BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. JANUÁR HÓ
1

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel.: 127-084, 318-926

TARTALOM

DR. HORVÁTH JÁNOS—PUCH JÓZSEF: A nagyolvasztói elegyalkotók redukálhatóságának vizsgálata ... 1
NÉMETH EMIL: Új vizsgálati módszer a fémötvözetek növekvő hőterheléssel szembeni viselkedésének jellemzésére 5
DR. WESZPRÉMY BARNA: Egészségi ártalmak a színképelemző laboratóriumban 8
GEGUS ERNŐ: Nyersvas minták mikrohomogenitásának vizsgálata mikroszín-képelemző módszerrel 10
GERGELY MÁRTON—VERŐ BALÁZS: Gyors módszer fémes anyagok hővezetési meghatározására ... 14
FARKAS FERDINÁND: Oxigénbefúvatás hatása a Maerz—Böhlens kemencék fajlagos tűzállótégla felhasználására 16
DR. KISFALUDY ANTAL: Patentozott betonfeszítő huzalok feszültségkorróziós vizsgálata 21
Korszerű külföldi üzemek ismertetése 26
Beszámoló külföldi tanulmányútról 31
Egyesületi hírek 32
Dr. h. c. Stasney Albert 1889—1971 33
Szabványosítási hírek ..... B-III

FÉMKOHÁSZAT

PÁSZTOR GEDEON: Dezoxidáció vizsgálata elektronsugaras vákuumkemencében ... 35
DR. TÓTH BÉLA—DR. SOMOSI ISTVÁN: Nagytisztaságú gallium^{III}-oxid előállítása 39
IFJ. GILLEMOT LÁSZLÓ—KEÉBE GYÖRGY—SINAY GÁBOR—VASSEL K. RÓBERT: Porok nagysebességű sajtolása 41
Bartha Lajos 1900—1971 47
Műszaki és gazdasági hírek 47
Üzemi hírek 48

ÖNTÖDE

SZY GÉZA: A jelenlegi öntödei árrendszer vizsgálata és egy új árrendszer kialakítására vonatkozó elképzelés 1
ZANA DEZSŐ: Az öntöttvas korszerű minősítő módszerei és alkalmazásuk gyakorlati tapasztalatai 10
Könyvismertetések 15, 20
MOLNÁR IMRE—PINTÉR ANDRÁS: Az öntvénygyártás optimális üzemnagyságának vizsgálata. Adatok a magyarországi öntészet történetéhez 16
TÓTH ANDRÁS: 1937-ben vulkán tört ki a diósgyőri acélöntödében 20
Egyesületi hír 23
Szakosztályi hírek 24

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
72.1., 15920 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalban
Csekkszámlaszám: egyéni 61.254, közületi 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM
ГОД
JAHRGANG
YEAR
105

SZÁM
№
Nr.
No.
1

JANUÁR
ЯНВАРЬ
JANUAR
JANUARY
1972

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ **МЕТАЛЛУРГИЯ**
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN **HÜTTENWESEN**
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY **METALLURGY**

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Янош Хорват—Йожеф Пух: **Исследование восстановимости доменной шихты** ..... **С** 1
Авторы статьи сообщают о новом редукционном исследовательском методе, который был выработан на металлургическом комбинате в Озде. Этот метод является более простым и надежным по сравнению с использованными до сих пор методами. Авторы обсуждают роль трубки восстановления, указывают на зависимость между параметром, полученным с помощью нового метода и удельным использованием кокса в доменной печи.

Эмил Немет: **Новый метод исследования для характеристики поведения металлических сплавов под влиянием возрастающей тепловой нагрузки** ..... **С** 5
В статье автор сообщает о своем новом методе исследования.
Описывается поведение образцов, под влиянием непрерывно возрастающей тепловой нагрузки, находящихся при комнатной температуре под напряжением меньшим σ_E.
Закономерность одновременного изменения зависимости $\sigma = f(\lambda t \tau)$ дает возможность быстрого подхода и определения многих металловедческих изменений с новой стороны.

Карна Вешпреми: **Вредности для здоровья в лаборатории спектрального анализа** ..... **С** 8
Автор статьи подробно анализирует каждую из вредностей существующую в лаборатории спектрального анализа. Автор выделяет главным образом последствия вредностей, влияющих на нервную систему и подчеркивает необходимость тематического медицинского контроля.

Ференц Гегуш: **Будапештский Исследовательский Институт Черной Металлургии** ..... **С** 10
Исследование микрооднородности чугунных образцов методом спектрального анализа. Основным критерием надежного исследования является микрооднородность по составу чугунных образцов, применяемых для спектрального анализа. Данные были получены с помощью медного-иглового электрода микроискровым методом на 15-и точках из областей искр, размерами 0,6—0,8 мм. Из полученных данных для каждого элемента была расчитана область относительного рассеяния по распределению t и область надежности по распределению F. На основе сравнения с эталоном NBS 1175 измеренная микрооднородность на поперечном сечении и рабочей поверхности экспериментальных групповых образцов отечественного производства характеризуется диаграммами рассеяния.

Мартон Гергей—Балаж Верё: **Ускоренный метод для определения параметра теплопроводности металлов** ..... **С** 14
Статья сообщает о таком методе, с помощью которого для практических целей достаточной точностью можно определить параметр теплопроводности образцов небольшого размера. Один торец подготовленного и укладенного образца нагревается потоком 80 °C воды, и записывается изменение температуры другого торца образца. Абсолютное значение параметра теплопроводности определяется с помощью эталонов по времени нагрева от температуры 25 °C до 45 °C.

Фердинанд Фаркаш: **Влияние кислородной продувки на удельное использование огнеупорного кирпича в печах МБ** ..... **С** 16
Автор статьи сообщает о характерных типах внутренних стен, прокладочных материалах и о причинах их износа в печах МБ. Подробно рассказывается о разных влияниях на огнеупорные материалы во время эксплуатации печи и о механизме износа.

Д-р Антал Кишфалуди: **Исследование коррозий напряжения патентованных натяжных проволок бетона** ..... **С** 21
Для характеристики стальных проволок с высокой прочностью, применяемых для производства конструкций из напряженного бетона, используются:
$\sigma_{0,2}$ — напряжение, при котором остаточная деформация достигает 0,2%-а от первоначальной длины образца, предел упругости, модуль упругости, относительное удлинение после разрыва и число изгибов. Между тем результаты статических испытаний недостаточны для определения поведения напряженного бетона под влиянием постоянной нагрузки, и поэтому в последнее десятилетие исследования были распространены и на изучение внутреннего трения стальной проволоки. Смотря на известную склонность к коррозии стальной проволоки с высокой прочностью, которая применяется без защиты поверхности, все чаще проводятся исследования коррозий напряжения.

Гедеон Пастор: **Исследование раскисления в электронолучевой вакуумной печи** ..... **С** 35
На основе анализа масс-спектрометрических измерений статья рассматривает кинетическую мо-

дель процессов раскисления происходящих при электронолучевой плавке. Даются численные результаты для случая раскисления меди с разным содержанием кислорода и уравнения, которые могут быть применены к рассчетам.

Д-р Бела Тот и *д-р Иштван Шомоши:* **Производство особочистого оксида галлия^{III}** .... С 39

Авторы разработали комбинированный метод промышленного производства оксида галлия^{III}. По данному методу, галлий растворяясь в среде серной кислоты анодным способом превращается в сернокислый галлий, далее с помощью сернокислого аммония превращается в аммониевую-галлиевую двойную соль квасцового типа. Особочистый, 99,99—99,999%-ный оксид галлия^{III} производили многократной перекристаллизацией двойной соли и ее разложением при температуре 1000 °С.

Молодой Жилмо Л. и его сотрудники: **Высокоскоростная прессовка порошков** ..... С 41

На основе проведенных экспериментов в области пневмомеханической высокоскоростной усадки порошков, статья сообщает, об опытах связанных с новым методом.

Статья устанавливает, что производство образцов одинаковых размеров требует высокоскоростных ударных механизмов с меньшим весом. Это дает возможность экономии капиталовложений и места.

INHALT

Dr. J. Horváth—J. Puch: **Untersuchung der Reduzierbarkeit von Möllerbestandteilen der Hochöfen** ..... S 1

Ein neues im Hochofenwerk des Eisenwerkes zu Ózd entwickeltes Verfahren zur Prüfung der Reduzierbarkeit. Das neue Verfahren ist einfacher und verlässlicher als die bisher amgewendeten Methoden. Die Rolle des Reduzierrohres in der Bestimmung. Zusammenhang zwischen der erhaltenen Kennzahl der Reduzierbarkeit und des spez. Koksverbrauches der Hochöfen.

E. Németh: **Ein neues Verfahren zur Kennzeichnung des Verhaltens der Metalllegierungen gegen ansteigende Wärmebelastung** ..... S 5

Beschreibung des neuen Verfahrens zur Bestimmung des Verhaltens eines mit einer Spannung kleiner als der Elastizisätmodul belasteten Probekörpers gegen einer stetig wachsenden Wärmebelastung. Die gesetzmässige Änderung des Zusammenhanges $\sigma = f(\lambda t \tau)$ ermöglicht die rasche Annäherung, bezw. Bestimmung mehrerer metallkundlichen Änderunge.

Dr. B. Weszprémy: **Gesundheitschäden im Spektrallaboratorium** ..... S 8

Alle auftretenden Gesundheitschäden werden gründlich analysiert. Besonders werden die auf das Nervensystem schädlich wirkenden Umstände und die Notwendigkeit einer regelmässigen ärztlichen Kontrolle betont.

E. Gegus: **Untersuchung der Mikrohomogenität von Roheisenproben mit Hilfe der Spektralanalyse** S 10

Grundbedingung der verlässlichen Untersuchung ist die Mikrohomogenität der Zusammensetzung der zur Spektralanalyse angewendeten Roheisenproben. Mit der mit Kupfernadel-Elektrode arbeitenden Mikrofunkenmethode wurden von 15 Funkenflächen von je 0,6—0,8 mm Abmessung Angaben gesammelt und aus diesen wurden die relativen Streubereiche nacht t-Verteilung und die Verlässlichkeits-Intervalle nach F-Verteilung errechnet. Auf Grund des Vergleiches mit dem Etalon NBS 1175 wird die an der Oberfläche der aus einheimischer Herstellung stammenden Roheisen-Versuchsetalone gemessene Mikrohomogenität mit Streubindern gekennzeichnet.

M. Gergely—B. Verő: **Schnellmethode zur Bestimmung der Wärmeleit-Zahl von metallischen Werkstoffen** ..... S 14

Mit der entwickelten Methode kann man die Wärmeleitzahl an kleinen Proben mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit bestimmen. Die eine Ende eines entsprechend vorbereiteten und eingebetteten Probestückes wird mit einem Wasserstrahl von 80° C Temperatur erwärmt, an der anderen Ende des Probestückes wird die Temperaturänderung registriert. Der absolute Wert der Wärmeleitzahl wird aus dem Zeitbedarf der Erwärmung von 25° C auf 45° C mit Hilfe von Etalonen bestimmt.

F. Farkas: **Die Wirkung des Sauerstoffeinblasens auf den ff. Steinverbrauch von Maerz-Böhlens-Öfen** ..... S 16

Die kennzeichenden Typen der Ofenwände, der Steinsorten und deren Abnutzung bei den Maerz-Böhlens-Öfen. Die im Beitrieb auftretenden Einwirkungen auf die ff. Werkstoffe und der Mechanismus ihrer Abnutzung.

Dr. A. Kisfaludy: **Untersuchung der Spannungskorrosion von patentierten Spannbetondrähten** ... S 21

Zur Gütekennzeichnung von in Spannbetonkonstruktionen eingebauten Stahldrähten werden die Zerreissfestigkeit, die 0,2-Grenze, die Elatizitätsgrenze, die Zereissdehnung und die Biegezahl angewendet. Die Aufmerksamkeit wurde in den letzten Jahrzehten immer mehr auf die Relaxationseigen schaften der Spanndrähte zugelenkt. Mit Rücksicht auf die bekannte Korrosionsneigung dre Spanndrähte ohne Oberflächenschutz wird in der allerletzten Zeit auch die Untersuchung ihrer Spannungskorrosion immer mehr geför dert.

G. Pásztor: **Die Untersuchung der Desoxydation im Elektronenstrahl-Vakuumofen** ..... S 35

Die Arbeit liefert ein kinetisches Modell der beim Elektronenstrahlschmelzen auftretenden Desoxidationsvorgänge mit Hilfe von massenspektrographischen Messungen. Ziffernmässige Ergebnisse und Gleichungen zur Bereechnung werden für die Desoxydation von Kupfer mit verschiedenem Sauerstoffgehalt angegeben.

Dr. B. Tóth—Dr. I. Somogyi: **Die Herstellung vo hochreinem Gallium(III)Oxyd** .....

Die Verfasser haben ein kombiniertes Verfahre zur industriellen Darstellung von Gallium-(III) Oxyd entwickelt. Das Gallium wird in schwefelsäurehaltiger Lösung anodisch gelöst, wobei Galliumsulfat entsteht und dann mit Ammonium sulfat in ein alaunartiges Ammonium-Galliumdoppelsalz umgesetzt. Die Gewinnung des hochreinen, 99,99—99,999%-igen Gallium-(III)Oxyds erfolgt durch wiederholte Umkristallisierung und thermische Zersetzung des Doppelsalzes bei 1000 °C.

L. Gillemot d. J. et al.: **Hochgeschwindigkeitspressung von Pulvern** ..... S 41

Die Arbeit behandelt die bei der pneumomechanischen Hochgeschwindigkeitspressung von Pulvern gewonnenen Erfahrungen. Zur Herstellung von Pulverkörpern gleicher Grösse sind Hochgeschwindigkeits-Schlagwerke mit bedeutend geringerem Eigengewicht vonnöten. Das erlaubt grosse Einsparungen an Investitionskosten und Platzbedarf.

CONTENTS

Dr. J. Horváth—J. Puch: **A study of the reducibility of blast furnace ore mix components** ..... P 1
The authors describe a novel reduction test developed in the Ózd Metallurgical Works. It is simpler and more reliable than the former methods. The role of the reduction tube is discussed, together with the relationship between the parameter obtained in the reduction test and the specific coke consumption in the blast furnace.

E. Németh,: **A new method for characterizing the behaviour of alloys subjected to increasing heat loads** ..... P 5
The author describes his new test method. The behavious of specimens loaded at room temperature with stresses less than σ_E and subjected to increasing heat loads is described. The law of the simultaneous variation of the relationship $\sigma = f(\lambda t \tau)$ permits a rapid approximation and determination of several metal physical variations from a novel aspect.

Dr. B. Weszprémy: **Health hazards in the spectrum analytical laboratory** ..... P 8
The author analyzes the health hazards arising in spectrum analytical laboratories, stressing the damaging influences to the nervous system and necessity of systematic medical control.

E. Gegus: **Testing the micro homogeneity of pig iron samples by spectrum analysis** ..... P 10
The micro homogeneity of composition of pig iron samples used in spectrum analysis is a basic condition of reliable testing. On the basis of results obtained in 15 park spots of 0,6—0,8 mm size by the micro spark method with the copper needle electrode we calculated for each element the relative scatter zones according to the t distribution and the reliability intervals according to the F distribution. On the basis of a comparison with the NBS 1175 analytical standard the microhomogeneity measured at the work surface and in the cross-section of the experimental pig iron standard samples produced domestically is characterized by scatter images.

M. Gergely—B. Verő: **A rapid method for determining the thermal conductivity number of metals** P 14
A method is described for determining the thermal conductivity number on small specimens with a precision sufficient for practical purposes. One end face of the suitably prepared and embedded specimen is heated with a water jet of 80 deg. centigrade and temperature variation is recorded at the other end of the specimen. The absolute value of the thermal conductivity number is determined from the time necessary to heat the specimen from 25 deg. centigrade to 45 deg. centigrade, with the aid of standard samples.

F. Farkas: **The influence of oxygen blowing on the specific consumption of refractory brick in Maerz-Böhlens furnaces** ..... P 16
The paper describes the characteristic types of walls of Mäertz—Böhlens furnances, the materials used to construct these walls and the causes of their wear. The various operational effects acting on refractory materials and the mechanism of wear are discussed.

Dr. A. Kisfaludy: **Stress corrosion testing of patented concrete prestressing wire** ..... P 21
Tensile strength, the stress necessary to produce 0,2 pct. remanent elongation ($\sigma_{0,2\ limit}$) the elastic limit, the alongation at rupture and the number of flexions are duse generally to characterize high-strength steel wire for prestressed concrete structures. Under constant load, the relaxation behaviour of steel wire has been studied in the last ten years. Recently — with regard to the well-known tendency to corrosion of the high-strength steel wire, used without surface protection — stress corrosion tests are being promoted.

G., Pásztor: **Studying deoxidation in the electron beam furnace** ..... P 35
The paper discusses the kinetic model of deoxidation processes occuring during electron beam melting with the aid of mass spectrometric measurements. Numerical results and an equation for calculations are given for the deoxidation of copper with different oxygen contents.

Dr. B. Tóth—Dr. I. Somogyi: **Preparation of high purity trivalent gallium oxide** ..... P 39
The authors have developed a combined process for the industrial production of trivalent gallium oxide. Gallium is dissolved anodically in a sulphuric acid solution and transformed with ammonium sulphate to an alum-type ammonium-gallium double salt. High purity, 99,999—99,999 pct. trivalent gallium oxide is obtained by repeated recrystallization and thermal decomposition of the double salt at 1000 deg. C

L. Gillemot jun. et al.: **High energy-rate compacting of powders** ..... P 41
The paper summarizes the experiences gained in tests on the high energy-rate pneumomechanical compacting of powders. High-energy-rate impact machines with consideably reduced dead weight are necessary for obtaining powder compacts of the same space requirements.

A ma tudománya — a holnap technikája

OLVASSA RENDSZERESEN MŰSZAKI TUDOMÁNYOS SZAKLAPJAINKAT!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Anyagmozgatás, Csomagolás
Bányászati és Kohászati Lapok
BÁNYÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Bányászati és Kohászati Lapok
KOHÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
ÖNTÖDE
Bőr- és Cipőtechnika
Elektrotechnika
Energia és Atomtechnika
Élelmezési Ipar
Építőanyag
Épületgépészet
Az Erdő
Faipar
Finommechanika
Fizikai Szemle
Gép
Gépgyártástechnológia
Hidrológiai Közlöny
Híradástechnika
Ipari Energiagazdálkodás
Ipargazdaság
Járművek, Mezőgazdasági Gépek
Kép- és Hangtechnika
Közlekedéstudományi Szemle
Magyar Alumínium
Magyar Építőipar
Magyar Grafika
Magyar Kémiai Folyóirat
Magyar Kémikusok Lapja
Magyar Textiltechnika
Mélyépítéstudományi Szemle
Mérés és Automatika
Műanyag és Gumi
Műszaki Élet
Papíripar
Városépítés
Villamosság

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,
a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámlájára vagy átutalással, valamint
a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK

V., Váci utca 10.
VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA

VII., Lenin körút 9—11. I. em. 120. (222-251).

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. CSEPIGA ZOLTÁN, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KEMÉNY KORNÉL, MARCZIS LÁSZLÓ, NAGY ZOLTÁN, PINTÉR ANDRÁS, RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN, DR. PILISSY LAJOS, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VÁRHELYI REZSŐ

2000 – 916
2000 ÁPR 3.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 1. szám 1972. január

Eredményekben gazdag új évet kívánunk tagtársainknak és minden kedves olvasónknak

Szerkesztő Bizottság

A nagyolvasztói elegyalkotók redukálhatóságának vizsgálata

Dr. HORVÁTH JÁNOS
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

PUCH JÓZSEF
Ózdi Kohászati Üzemek

DK 669.162.262 : 669.046.55

A szerzők egy új redukciós vizsgálati eljárást ismertetnek, amelyet az Ózdi Kohászati Üzemekben kísérleteztek ki. Ez az új eljárás az eddig használatosaknál megbízhatóbb és egyszerűbb. Foglalkoznak a redukciós cső szerepével. Rámutatnak a redukciós vizsgálattal nyert jelzőszám és a nagyolvasztó fajlagos kokszfogyasztása közötti összefüggésre.

A magyar vas- és acélipar a szükséges kohászati alapanyagok nagy részét, így többek között a vasérc zömét is a világpiacon* kényszerül beszerezni. Gyakran előfordul, hogy olyan újonnan feltárt telepek ércei, vagy a különböző nyers ércekből gyártott változó minőségű zsugorítványok kerülnek kohósításra, melyek nagyolvasztói alkalmasságáról — metallurgiai értékéről — semmilyen előzetes tapasztalat sem áll rendelkezésre. Az érc kohósításának gazdaságossága nemcsak ár kérdése, hanem az érc műszaki metallurgiai értékének kérdése is. Az érc kohósítási értéke, mint fogalom azt fejezi ki, hogy a kérdéses ércből az adott nagyolvasztóban 1 tonna nyersvasat milyen önköltséggel lehet előállítani, vagyis összehasonlítási alapul szolgál más ércekkel szemben.

Az ércek metallurgiai értékeléséhez lehet általában meghatározni olyan paramétereket, amelyek a kérdéses érc értékelési alapjául szolgálhatnak, így az érc fizikai és kémiai állapota, összetétele, a hasznos és meddő alkotók aránya, az érc meddőjének bázicitása, továbbá a szerkezeti struktúrára jellemző adatok, a terhelés alatti lágyulás, porozitás, mikroszkopikus csiszolat és a redukciós szám stb.

Az utóbbi években az iparilag fejlett, jelentős kohászattal rendelkező országok szakemberei [1, 2, 3, 4, 5, 6] megkísérelték olyan vizsgálati eljárások kidolgozását, melyek birtokában — költséges kohósítási kísérletek és próbagyártás nélkül — az ércek és zsugorítványok kohósítási tulajdonságai meghatározhatók.

Ebben a rövid tanulmányban a nyersvasgyártás gazdaságosságát lényegében meghatározó tényezők közül, csak az érc kohósítási értékét befolyásoló redukálhatósági vizsgálatokkal kívánunk foglalkozni. Megpróbáljuk összehasonlítani azokat az eljárásokat, amelyeket laboratóriumi méretekben, hosszú időn keresztül, de főként azutóbbi 10 év folyamán dolgoztak ki az ércek viselkedésének tanulmányozására, adott kohósítási feltételek mellett.

A redukáló vizsgálatok célja, hogy ezen érctulajdonságot olyan mutatószámmal fejezze ki, mely az előzetes számításoknál lehetővé teszi a várható kokszfogyasztás meghatározását és így a kohósítandó vashordozó értékének megítélését. Az előzőeken kívül az említett mutatószám azt is megítélhetővé teszi, milyen aprítási, osztályozási, esetleg dúsítási eljárást kell alkalmazni az egyenletes kohójárat biztosítása céljából. Ércek esetében természetesen az érctulajdonságok s köztük a re-

* A szovjet ércek árait is a svéd érc világpiaci árából kiindulva határozták meg és ez az ár került a hosszúlejáratú szerződésekbe.

dukálhatóság megismerése csak regisztráló jellegű, azokon általában változtatni nem lehet. A darabosító művek, illetve pelletgyártó üzemek azonban megfelelő értékelési szempontok birtokában módot találhatnak arra, hogy a gyártott zsugorított érc vagy pellett rendelkezzen mindazokkal a jó tulajdonságokkal, amelyek az adott körülmények között a leggazdaságosabb kohósítási feltételeket biztosítani tudják [7].

Az elmúlt esztendőkben főként három alapvető eljárást használtak az ércek, zsugorítványok és pelletek redukálhatóságának vizsgálatára. A vizsgálatok során a mintákat természetesen igen eltérő feltételek mellett kezelték.

Az egyik ilyen eljárás az ún. *gázátfolyásos vizsgálat*, ezen belül megkülönböztetünk hevítő és izoterm módszert.

Hevítő módszernél az ércet 4 óra alatt 20 °C-ról 1000 °C-ra hevítik és szénmonoxid, szénmonoxid-nitrogén, hidrogén, szénmonoxid-széndioxid-nitrogén, szénmonoxid-nitrogén, kohógáz, metán vagy világítógáz áramban redukálják. A távozó gázmennyiség — és összetételmérés folyamatos regisztráló műszerekkel történik. Meghatározzák a széndioxidot és szénmonoxid, ill. a víz mennyiségét, ami hű képet ad a redukció eredményéről.

A redukció folyamán fellépő súlyveszteség döntően az eltávozó oxigén mennyiségét mutatja. Folyamatos mérlegen az oxigén-változás így nyomon követhető az idő függvényében.

A másik gázátfolyásos eljárást *izoterm módszernek* nevezzük, amely 800—900 °C hőmérsékletet használ és olyan — az előzőekben felsorolt gyors gázáramot használ —, mely egyensúlyi állapotától távol van. A redukció során végbement oxigén-leadást súlyméréssel figyelemmel kíséri, s ezáltal lehetővé válik, hogy a redukció sebességét a redukciós fok függvényében meghatározza.

Másik eljárás az ún. *vákuumos vizsgálati módszer*, amely a redukciósebesség meghatározásának legfontosabb módja. Zárt rendszerben a reakcióképes gáznyomás csökkenését mérjük. A redukció gáz termékeit felfogjuk és lefagyasztjuk folyékony oxigénnel.

A harmadik eljárás az ún. *mikroszkópos módszer*. A redukció nyomon követhető mikroszkópos vizsgálatokkal. A kialakuló fém részek jól láthatók megfelelő felvételi körülmények között. Ez a módszer, mivel kis darabokat vizsgál, elsősorban tudományos jellegű eredményeket ad, ezért az iparban még nem terjed el.

A gyakorlati nyersvasgyártó szakemberek már régen különbséget tettek az ún. könnyen vagy nehezen redukálható ércek között. Így pl. a legrégibb keletű szakirodalomban is egyértelmű az a megállapítás, hogy a magnetitek nehezebben redukálódnak, mint a hematit, vagy a limonit ércek.

Ezek a megállapítások csak minőségileg jellemezték a különböző ércfajták redukálhatóságát. Az első redukálhatósági vizsgálatokat úgy végezték, hogy a vizsgálandó vasércet behelyezték egy perforált lemezdobozba és láncon leeresztették egy faszenes nagyolvasztó aknájába. A későbbiek folyamán a kísérleteket laboratóriumi feltételek mellett végezték, ahol a redukálhatóságot befolyásoló tényezők hatását egyéb állandó feltételek mellett, külön-külön és együtt is vizsgálat tárgyává tették.

Valamennyi laboratóriumi berendezésben egy meghatározott mennyiségű ércet, vagy zsugorítványt helyezünk el az erre a célra szolgáló tűzálló csónakban, vagy kosárkában és a berendezésen gáz redukáló szert bocsátunk keresztül adott hőmérséklet, adott időegység alatt vagy egyes esetekben az egyensúly beállásáig. Az időegység alatt elvont oxigén, vagy redukált vas mennyisége meghatározható a próba súlycsökkenése alapján, illetve a redukció előtti és utáni elemzéssel. Egyes esetekben a redukció sebességét a redukció gáztermékének H_2O és CO_2 tartalma alapján határozzuk meg.

Érdekes megemlíteni, hogy a SZU-ban igen sok kísérletet folytattak úgy, hogy a nagyolvasztó különböző magasságából próbákat szedtek abból a célból, hogy az ércek és zsugorítványok redukciós fokát meghatározzák a nagyolvasztó különböző magasságaiban. E nagyszabású kísérletsorozta eredményeként (*Kozlovics, Ljuban, Cülev* stb.) következtetéseket tudtak levonni a vas redukciós sebességéről különböző feltételek mellett. Ezekkel a kísérletekkel mintegy folytatták *Bell, Szokolov, Ébelmann* stb. múlt században kezdett kísérleteit, természetesen tökéletesebb műszaki, technikai eszközöket igénybevéve. Ezek a kísérletek az ércek redukálhatóságának minőségi jellemzését tették lehetővé, azonban a kísérletek alapján egyrészt nem lehetett következtetéseket levonni az ércek folyamatos redukciójára vonatkozóan, másrészt nem vizsgálhatták különböző tényezőknek a redukálhatóságra gyakorolt hatását.

Az utóbbi időben újra olyan törekvésekkel találkozhatunk, amelyek a redukálhatóságot laboratóriumi feltételek között az üzemi adottságokhoz közelálló feltételek mellett vizsgálják. Igyekeznek létrehozni a vizsgálatok során nemcsak a nagyolvasztóra vonatkozó hőmérsékleti viszonyokat és gázösszetételt, hanem az érc és a gáz ellenirányú áramoltatását is biztosítják. Ez az értelmezés a vasércek redukciós vizsgálatára vonatkoztatva azt jelenti, hogy a hőmérséklet-alakulást, a gázok jellegét, összetételét, áramlási sebességét, az ércek mechanikai igénybevételét ugyanazon értékekre kell beállítani, mint amilyenek a nagyolvasztóban a valóságban kialakulnak. A redukálatlan ércet tehát kis hőmérsékletű és nagy széndioxid tartalmú gázzal kell érintkezésbe hozni, növekvő redukciósfok mellett növelni kell a gáz hőmérsékletét és csökkenteni kell annak széndioxid tartalmát. Ezeket a feltételeket természetesen csak kvalitatíve lehet teljesíteni, mert például a nagyolvasztóban felszálló gáz hőmérsékletének és széndioxid tartalmának alakulása a beadagolt érc szerkezetétől és redukálhatóságától függ csakúgy, mint az akna gázátbocsátó képességétől. A meddőben dús ércek a nagyobb fűtőkoksz-igény folytán a torokgáz kisebb széndioxid tartalmát eredményezik, mint a vasban dús ércek, ugyanez áll természetesen az akna gázaira is. Ugyanakkor, a gyorsabban redukálódó ércek az aknagázok nagyobb

széndioxid tartalmát biztosítják, mint a lassabban redukálódó ércek.

Egy ilyen eljárás kialakítása már alapelveiben helytelennek tekinthető, s ezenkívül igen nehéz lenne egy minta-helyes áramlási sebességet létrehozni, laboratóriumi mintán a gázok hőmérsékletét, összetételét, az ércek mechanikai igénybevételét beállítani. Ez az eljárás mégis figyelemre méltó, mert alkalmazása egy sor elméleti és gyakorlati kérdés megoldását elősegítette, azonban széleskörűen az előzőekben említettek következtében nem tudott elterjedni.

Feladatunk tehát csak az lehet, hogy kialakítsuk az ércek redukálhatóságának relatív értékmérőjét, azaz meghatározzunk egy olyan jelzőszámot, melynek alapján az ércek redukálhatósága jellegük és előkészítésük függvényében osztályozható.

Ezt követően üzemi kísérleteknek kell azt eldöntenie, hogy ezen jelzőszám mely értéke felel meg a nagyolvasztóban megkívánt indirekt redukció fokának, melynek birtokában a fajlagos kokszfogyasztás mértéke is meghatározható. Ha adott üzemviszonyokra és elegyminőségre ennek a jelzőszámnak az optimális értékét meghatároztuk, akkor további laboratóriumi vizsgálatok alapján azt is kidolgozhatjuk, hogy az adott érc — jellegének és előkészítési fokának függvényében — az optimális üzemi feltételek betartásával milyen hatékonysággal kohósítható.

A vizsgálatnak olyan feltételek között kell végbemenie, melyek kinetikailag azt a sebességmeghatározta folyamatot biztosítják, mely a kohó folyamataival azonos, mert ellenkező esetben az ércet helytelenül osztályozzuk, vagy rossz készülék állandókat mérünk.

A redukció szempontjából az említettek az alábbiakat jelentik:

a) hőmérséklet 800—1000 °C

b) a minta szemcsenagysága azonos a nagyolvasztó elegy szemcsenagyságával,

c) a gázok nagy áramlási sebessége, a határréteg diffúzió kiküszöbölése,

d) a gázok jellege és összetétele adott határok között szabadon választható, hogy az eltérő gázatmoszférák hatása áttekinthető legyen.

Egyéb redukciós folyamatokra más törvényszerűségek érvényesek.

Az igen sokfajta redukciós berendezés között említést érdemel, hogy a SZU-ban már 1961-ben a Leningrádi Műszaki Egyetem zsugorítványok redukciós vizsgálatához berendezést javasolt szabványosítani [6].

A sokoldalú kísérleti eredményekkel alátámasztott berendezés szabványosítása azonban a mai napig sem történt meg, mert még mindig folyik a vita, hogy melyik típusú vizsgálati módszert fogadják el. Vita tárgyát képezi továbbá, hogy darabos vagy poros próbát használjanak-e a vizsgálatokhoz, de nem született megállapodás a használatos redukáló szerrel kapcsolatban sem. Közismert, hogy a poros próba, amely a zsugorítvány egész tömegéhez tartozik, jobban képviseli annak összetételét, mint a darabos próba, ahol a próbának nagy részét méreten aluli és méreten felüli részként önkényesen eldobjuk. Az is igaz viszont, hogy a poros próba a darabok szerkezetét nem tükrözi. Mindkét módszernél fennállnak az átlag mintavétel nehézségei, az előkészítés hibái és így egyik módszer javára sem történhetett egyértelmű állásfoglalás.

A hazai vizsgálatok során a Dunai Vasműben is a Leningrádi Műszaki Egyetem által kidolgozott redukciós módszer meghonosításával foglalkoztak, azonban a vizsgálatok elvégzésekor számos gyakorlati nehézség lépett fel. Ilyenek [8]:

a) A szénmonoxidos generátor megválasztása. Az izzó koksz előállítására szükség van egy 50× 100 mm-es nagyságú csőre. Erre a célra kvarccsövet használtak. A kvarccső 1000—1050 C° redukáló atmoszférában 60—70 órás üzemidőnél többet nem bírt ki, mert elridegedett és elporlott. Később hőálló acéllemezből készítették a generátorcsövet, de a széndarás kemence egyenlőtlen fűtési viszonyai miatt helyi túlmelegedés történt és kilyukadt. A közönséges lágy acélcső gyorsan elrevésedett és 16—24 óra alatt tönkrement. A Magnezitipari Művek kormag csöve hőálló, azonban a gázt átereszti.

b) A szénmonoxid előállításához szükséges szénfajták szerves illóanyagot tartalmaznak. Ezek a redukció hőmérsékletén termikus bomlást szenvednek és H_2 válik szabaddá. Ez a szabad H_2 nagyobb sebességgel redukálja a zsugorítványt, mint a CO. Emiatt a kapott értékek szóródása túlságosan nagy. A redukáló gázban a hidrogén 1,4—16% között változott.

c) A redukciós cső és a próbatartó edény megválasztása is nehézséget jelentett. Mivel a zsugorítvány szabad CaO-ot, SiO_2-ot, fayalitot és vasoxidokat tartalmaz, ez a próbatartók anyagával eutektikus alvadékot képezett és az érintkezési pontok az üveg falára tapadt.

d) A redukciós tér hőmérsékletét Pt-PtRh hőelemmel mérték. A redukáló atmoszférában a hőelem szálai elridegedtek, eltörtek.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a szakirodalomban közölt redukciós vizsgálati eljárások közös vonása, hogy

1. Az alkalmazott szénmonoxidot generátorral állítják elő, de az üzemeltetési viszonyok következtében a szerkezeti anyagok élettartama igen rövid.

2. A berendezést bonyolulttá teszik a különböző automatikus gázelemző és mennyiségmérő készülékek, melyeknek karbantartása, hitelesítése, kezelése nehézkes és jelentős ponttalanságokat okozhat.

3. A gázok tisztítása, szűrése folyékony halmazállapotú vegyületekkel történik (így pl. konc. H_2SO_4, Na(OH), amelyek bizonyos munkavédelmi veszélyforrásokat jelentenek.

4. Redukciós csőként értékes kvarc csöveket használnak, ugyanakkor élettartama rövid.

Az Ózdi Kohászati Üzemekben is több ércredukciós módszert vizsgáltunk meg, de egyiket sem találtuk alkalmasnak arra, hogy üzemszerű használatát bevezessük. Folyamatos zsugorítvány gyártásnál és felhasználásnál igen fontos feladat, hogy a vizsgálati eredmények még felhasználás előtt a kohászok rendelkezésére álljanak.

Ez azt jelenti, hogy a szilárdságra, redukálhatóságra és kémiai összetételre vonatkozó adatokat gyorsan — pontosan és viszonylag egyszerűen kell megállapítani. Csak egy ilyen gyors átfogó folyamatos vizsgálat biztosíthatja a zsugorított érc jóságának megítélését és a nagyolvasztó korszerű irányítását, de a redukciós CrNi-cső katalikus hatásának tanulmányozására végzett külön kísérleteinket itt ismertetjük.

Fentiek figyelembevételével a *Skodin* által javasolt eljárás biztosította jobb előnyöket felhasználva kialakítottunk egy — az előzőekben felsorolt hiányosságoktól mentes — egyszereűn és gyorsan kezelhető redukciós berendezést. A berendezés ismertetésére későbbi tanulmányunkban térünk ki.

Már említettük, hogy a berendezés működésének gazdaságosságát nagymértékben befolyásolja a redukcióscső elhasználódása. Ezért az általunk kialakított berendezés redukciós csőjét KO 36-os (KOR 5) anyagból készítettük. Megvizsgáltuk a redukcióscső katalitikus hatását a $2CO = CO_2 + C$ reakció szempontjából. Megfigyelhettük, hogy a redukciós csőben elemi carbon vált ki. Ezzel kapcsolatban az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

A redukciós berendezést normál vizsgálati állapotba hoztuk (850 °C) és az üres redukciós csövön keresztül szénmonoxidot áramoltattunk. A vizsgálat ebben az esetben is 40 percig tartott és az 5 percenként szerzett gázpróba átlagos és minden esetben azonos CO_2 tartalma 0,7% volt. A teljes széndioxid mennyiség 0,26 Nl-nek felel meg.

Ezután a kísérleteket megszakítottuk, a kemencét 700 °C-ra visszahűtöttük és egy újabb 40 perces periódust kezdtünk az előbbivel azonos feltételek mellett. A vizsgálat eredményeként 1,1% széndioxid tartalmat mértünk és ez 0,29 gramm oxigénnek felel meg. A berendezés lehűtése után a redukciós csövet megvizsgálva abban finom eloszlású carbonlerakódást észleltünk.

A továbbiakban a kísérleteket már egyszer redukált limonit ércel végeztük. Az egyszer redukált limonit ércből bemértünk 27,8 grammot és a vizsgálat után 27,65 grammot találtunk. Itt a súlykülönbség 0,15 gramm volt, a gáz átlagos széndioxid tartalma 4,8%. Az előzőekhez hasonló számítás alapján ez megfelel 1,85 Nl CO_2-nek, illetve 1,32 gramm oxigénnek.

Láthatjuk tehát, hogy 0,15 gramm súlycsökkenés ellenére a keletkezett széndioxidból számolt oxigén-tartalom a szénmonoxid bomlás eredményének tekinthető. Ezután ugyanezt a próbát portalanítva visszahelyeztük a redukciós csőbe. Így a súlykülönbség 0,75 gramm súlynövekedést mutatott. A gáz átlagos széndioxid tartalma 3,5% volt, mely 1,29 Nl CO_2-nek felel meg és ez 0,92 gramm oxigént tartalmazott.

A továbbiakban mégegyszer 40 perces vizsgálatnak vetettük alá ugyanazt a próbát. A gáz átlagos CO_2 tartalma újra 3,5% volt, a gáz 1,35 Nl CO_2-t tartalmazott, s ennek oxigén tartalma 0,96 gramm.

A kétfajta vizsgálatból megállapítható volt, hogy a krómnikkel redukciós cső hatása a szénmonoxid bomlásra max. 2—5%-ot jelent, míg a redukált anyagnak a szénmonoxid bomlás reakciójára gyakorolt katalitikus hatása ennél lényegesen nagyobb, eléri a 20—25%-ot.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a redukcióscső anyaga — a szakirodalomban találtakkal ellentétben — nem bír különös jelentőséggel a szénmonoxid bomlásreakciójának szempontjából, mert carbonkiválást valamennyi redukciós csőben tapasztaltak, a krómnikkel, kvarc és porcelán csőben azonos nagyságrendben. Igen jelentékenyen befolyásolja viszont a bomlásreakciót a frissen redukált ércféleség fém-vas tartalma.

Annak a célnak érdekében, kogy a végzett kutatások eredményei az üzemi életben is hasznosíthatók legyenek, szükségesnek tartjuk a további kutatómunkát úgy irányítani, hogy a laboratóriumi körülmények között kapott jelzőszámok és az üzem megfelelő mutatói közötti összefüggést egyetlen faktorral kifejezhessük.

Fontos feladat továbbá, hogy a gázátbocsátó képesség és a redukálhatóságot befolyásoló fizikai-kémiai tényezők hatását külön válasszuk. A gázátbocsátó képesség javulása természetesen azt a hatást kelti, mintha az ércelegy redukálhatósága növekedett volna. Mindkét tényező javítja a redukáló gáz kihasználási fokát, vagyis az indirekt redukció mértékét és a fajlagos kokszfogyasztást is. A gázátbocsátó képességet töréssel és osztályozással növelhetjük. A fajlagos mészkőfelhasználás is jelentősen befolyásolja az indirekt redukció mértékét. A kísérletek felhívják a figyelmet az egyes változások hőmérsékleti szintjére s ezzel elősegítik olyan elegy összeállítását, mellyel a nagyolvasztó teljes szelvényében közel egyenletes terhelést biztosíthatunk.

Természetesen a laboratóriumi kísérletek alapján egyetlen általános irányvonalat az ércelőkészítést, zsugorítást és a kohójárat irányítását illetően nem lehet meghatározni. Az eredmények ércminőségenként és az üzem gazdasági adottságainak függvényében művenként változnak.

Az előzőek ismeretében mégis helyesnek látszik, hogy az üzemekben redukálhatósági vizsgálatokat végezzenek és ezeket az eredményeket az üzemi eredményekkel összehasonlítva mind pontosabb következtetéseket és előzetes megállapításokat tegyenek a várható optimális üzemeltetés szempontjából.

Összefoglalás

Új ércféleségek, vagy a különböző nyers ércekből gyártott változó minőségű zsugorítványok és pelletek kohósítása megköveteli olyan vizsgálati eljárások kifejlesztését, melyekkel a laboratóriumban meghatározott jelzőszámok birtokában következtetések vonhatók le az érc előkészítését, kohósítását és a fajlagos kokszfogyasztást illetően.

Az ércminőség, szemcsenagyság és redukciós sebesség közötti összefüggések lehetővé teszik számunkra, hogy bizonyos elegyalkotóknak csupán megfelelőbb törésével és osztályozásával, jelentékeny hatást érjünk el az optimális üzemi eredmények érdekében.

Az OKÜ-ben alkalmazott redukciós vizsgálati eljárás az irodalomban közölteknél megbízhatóbb, egyszerűbb, gyorsan és könnyen kezelhetőbb.

Mivel a nehézségek zömét a CO előállítás okozza, a H_2 és szerves anyagtól mentes tiszta palackozott szénmonoxid alkalmazása a vizsgálatot lényegesen megkönnyebbíti [8].

Megállapítható, hogy a CO bomlást nem a redukciós cső anyaga, hanem lényegében a frissen redukált érc vagy zsugorítvány katalizálja.

Üzemi kísérlet alapján jól meghatározható a redukciós vizsgálattal nyert jelzőszám és a nagyolvasztó tényleges, fajlagos kokszfogyasztása közötti összefüggést kifejező faktor számszerű értéke, amint ezt a három kohóműnek adataival végzett számításaink is igazolták.

IRODALOM

[1] *Pochwisnew:* Der Hochofenbetrieb. Verlag Technik, 1954.

[2] *Struve, G.:* Ércredukciós vizsgálatok... Freiberger Fersehungshefte. Reibe B. 1957. 17. sz.

[3] *Goldstein—Hroncsenko:* Készülék a tömörítvény redukálhatóságának meghatározására. Zavódszkája Laboratórija. 1957. 23. sz.

[4] *Linder, R.:* Ércek redukciós vizsgálata. Journal of Iron and Steel Institut. 1958. 7. sz.

[5] *Schürmann, E.—Heynert, G.—Beer, H.:* Ércredukciós kísérletek összefoglalása. Stahl und Eisen 1958. 22. sz.

[6] *Skodin, K. K.:* A Szovjetunió kohászati üzemeiben gyártott zsugorítványok redukálhatósága. Sztálj. 1961. 1. sz.

[7] *Pőcze László:* Ércek kohósítási tulajdonságainak értékelése laboratóriumi vizsgálatok alapján. Dunai Vasmű. 1960. 2. sz.

[8] *Kesztyűs Károly:* A CO-os redukciós vizsgálat. Dunai Vasmű. 1963. 1. sz.

Új vizsgálati módszer a fémötvözetek növekvő hőterheléssel szembeni viselkedésének jellemzésére*

NÉMETH EMIL okl. kohómérnök
Lenin Kohászati Művek

DK: 669.2/8 : 620.172 : 620 : 181

A szerző dolgozatában új vizsgálati módszerét ismerteti. Szobahőmérsékleten — a σ_E-nél kisebb — feszültséggel terhelt próbadaraboknak a folyton növekvő hőterheléssel szembeni viselkedését írja le. A $\sigma = f(\lambda t \tau)$ összefüggés egyidejű változásának törvényszerűsége több fémtani változásnak új oldalról való gyors megközelítését, meghatározását teszi lehetővé.

Terheljük meg a szakítógépbe helyezett próbatestet σ feszültséget ébresztő terheléssel. E feszültség hatására a próbatest megnyúlik. A megnyúlás mértékét a feszültség, a vizsgálat időtartama és a hőmérséklete határozza meg.

A közönséges és a közönségestől eltérő, nagyobb hőmérsékleten végzett hagyományos anyagvizsgálatoknál a hőmérséklet állandó. A próbatestet csak a hőmérséklet állandósulása után terheljük meg, vagy állandó feszültséget, vagy pedig egyenletesen növekvő feszültséget ébresztő terheléssel. Az előbbi a kúszás, az utóbbi pedig a hagyományos hideg, vagy melegszakítás esete. A kúszásnál azonban már az idő is döntő szerephez jut, de a hőmérséklet a vizsgálat folyamán állandó. Ezek a vizsgálati módok azonban nem adnak feleletet arra, hogy az előre — már közönséges hőmérsékleten — megterhelt próbadarabok hogyan viselkednek a folyton növekvő hőterheléssel szemben.

Nem közömbös ugyanis, hogy az egyes szerkezeti elemeknél az igénybevétel kezdetén és végén, vagy rendellenes túlhevülés esetén a monoton növekvő hőmérséklet hatására milyen tranziens kölcsönhatás alakul ki az acél szövetszerkezete, a hőmérséklete és a feszültségi állapota közt. Eddig — ismereteink szerint — ilyen vizsgálatokat még nem végeztek.

A fenti állapotjellemzők kölcsönhatásban vannak egymással, függvény-alakban írva: $\sigma = f(\lambda t \tau)$. Ennek az explicit alakban felírt függvénynek felírhatjuk a teljes differenciálját is, mint a részleges differenciálok összegét, a következő alakban.

$$d\sigma = \frac{\partial \sigma}{\partial \lambda} d\lambda + \frac{\partial \sigma}{\partial t} dt + \frac{\partial \sigma}{\partial \tau} d\tau$$

Az első esetben a hagyományos hideg- és melegszakító vizsgálatoknál $dt = 0$ és gyakorlatilag $d\tau = 0$ esetén a háromváltozós függvény kapcsolat egyváltozósra zsugorodik.

A második esetben a kúszásvizsgálatoknál viszont a $dt = 0$ és a $d\sigma = 0$ esetén

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \lambda} \frac{d\lambda}{d\tau} = -\frac{\partial \sigma}{\partial \tau}$$

ahonnan

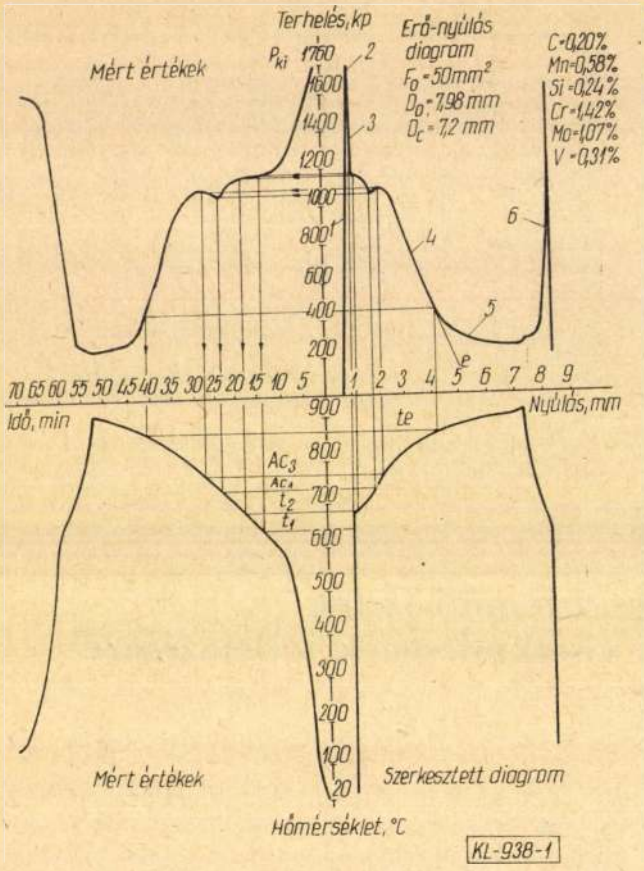
$$\frac{d\lambda}{d\tau} = -\frac{\partial \lambda}{\partial \sigma} \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial \tau}$$

összefüggés lényegében a kúszó-nyúlás sebességét írja le.

Végül a harmadik esetben, — az ismertetett új vizsgálati eljárásnál — mind a *dt*, mind pedig a $d\sigma$ is változik. Ezeknek az időben változó értékeknek a jellegét *1. ábra* szemlélteti.

A vizsgálat kezdetén a hidraulikus szakítógép kemencéjében elhelyezett próbatestet még hideg állapotban egy meghatározott feszültséget ($\sigma_{ki} < \sigma_E$) ébresztő terheléssel (1) megterheljük. Ezt a hidraulikus terhelést pontosan állandó értékre állítjuk (2), majd bekapcsoljuk a fűtést, s figyeljük az idő múlásával az eredetileg állandó terhelőerő változását, a próbatest nyúlását, valamint a hőmérséklet emelkedését.

* Budapesten 1971. okt. 5—7-én a Magyar Tudományos Akadémia IV. Korszerű méretezési konferenciáján elhangzott előadás.



1. ábra. Hidegen előfeszített próbatestnek a folyton növekvő hőterheléssel szembeni viselkedését szemléltető diagram

Most kövessük nyomon a változásokat.

A vizsgálat kezdetén a kiinduló feszültséget (σ_{ki}) létrehozó terhelés a vizsgált próbadarab energia tartalmát növeli. A rugalmas alakváltozást létrehozó állapotot a

$$dL = \frac{L_0}{F_0 E} dP$$

összefüggés írja le. Végtelen kicsi dL megnyúláshoz tartozó erő közepes értékét P-vel jelölve az elemi munkára felírhatjuk, hogy

$dW = P \cdot dL$, ill. dL behelyettesítése után

$$dW = \frac{L_0}{F_0 E} P \cdot dP, \text{ ill. } W = \frac{L_0}{2F_0 E} P^2 + C$$

$P = 0$ esetén $W = 0$, s így $C = 0$

Így a rugalmas alakváltozásra felhasznált munka

$$W = \frac{L_0}{2F_0 E} P^2$$

A terhelés hatására fellépő rugalmas alakváltozás pedig Hook törvénye alapján számítható.

A τ_0 időpillanatban a meginduló és fokozatosan növekvő hőmérséklet azonban a próbatest energiatartalmát ismételten növeli. Hatása kettős.

Egyrészt sietteti az eredetileg rugalmas alakváltozásnak fokozatosan maradó alakváltozásba való átmenetét, miközben a feszültsége csökken, másrészt pedig ugyanilyen feszültségernyesztő hatást fejt ki a próbának a hőmérséklettől függő méretváltozása is. E két tényező kölcsönhatásaként a 3. szakaszban erőteljes, de időben fokozatosan mérséklődő terhelés-, ill. feszültségcsökkenés észlelhető.

Az eredetileg rugalmas alakváltozásból maradó alakváltozássá alakult nyúlással arányos feszültségernyedés $\Delta\lambda = \Delta\sigma/E$ viszonyából, az ismert terheléscsökkenéshez tartozó maradó alakváltozás számítható és fordítva.

A vizsgált acéloknál a t_1 hőmérsékletnél a terhelés csökkenés fokozatosan mérséklődik, majd a terhelés állandósul. A t_2 hőmérséklet elérése után további terheléscsökkenés mellett a próbatest tovább nyúlik. A $t_1 - t_2$ növekvő hőmérsékletközben (620—650 °C-nál) észlelt terhelés állandósulás — miközben az alakváltozás folyamatos — csak úgy képzelhető el, ha az anyag keményedik. E keményedés két okra vezethető vissza: vagy az újrakristályosodás hőmérséklete alatti maradó alakváltozásra, vagy valamely kiválásos keményedésre.

Annak eldöntésére, hogy a vizsgált acélfajtánál melyik hatás milyen mértékben érvényesülhet, kisegítő vizsgálatokat végeztünk. Különböző hőmérsékleten előkezelt darabok keménységváltozása, a melegszakító eredmények, valamint fajlagos ütőmunka értékek eredményei egyértelműen bizonyították, hogy a terhelés állandósulása a 620 °C hőmérsékleten meginduló szekunder keményedéssel függ össze.

A fenti kisegítő vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a vizsgált acélfajtánál

a) a 620—650 °C hőmérsékletű hőhatás után mintegy 30% HB keménységnövekedés észlelhető,

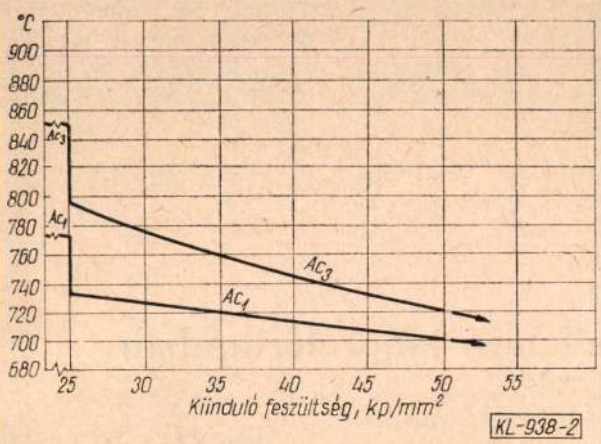
b) a fajlagos ütőmunkát (KCU 30/2) a kérdéses hőfokközben mintegy 50%-os csökkenés kíséri, s végül

c) a 650 °C hőmérsékleten végzett melegszakítások diagramjánál az egyenletes nyúlás szakasza már nem észlelhető, bizonyítva azt, hogy ezen a hőmérsékleten az alakváltozást keményedés már nem kíséri.

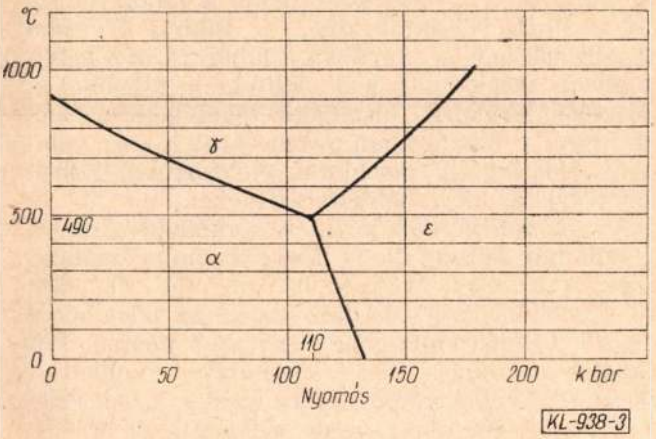
A t_2-nél nagyobb hőmérsékleten ismételten megkezdődik a terheléscsökkenés. A másodlagos keményedés során a karbidfázisban kivált ötvöző elemek csökkentik az alapanyag ötvözőfém tartalmát, így csökken a folyáshatár. Ehhez hozzájárul még a másodlagos keményedést okozó diszperzkarbidoknak a hőmérséklettel fokozódó karbidkoagulációja is és végül az alakváltozásból adódó keményedés elmaradása. Így a hőmérséklet emelkedésével egyidejűleg további maradó alakváltozással a terhelőerő mindaddig csökken, míg el nem éri az Ac_1 hőmérsékletet.

Az $\alpha \rightarrow \gamma$ átlalakulás során az Ac_1-nél meginduló és Ac_3-nál befejeződő térfogatcsökkenés a terhelőerő csökkenését megállítja, majd emeli, s a két inflexiós ponttal jelzett helyen mintegy kijelöli az Ac_1 és Ac_3 értékét. Ez lényegében a feszültség alatt megfigyelt allotrop átalakulással azonos.

A kiinduló feszültség növelésével az Ac_1 és Ac_3 hőmérsékletek csökkennek és az Ac_3 erősebb csökkenése következtében a hőmérsékletkülönbségük is csökken, amint azt a *2. ábra* szemlélteti. Ez a csökkenés feltehetően ahhoz a 490 °C hőmérsékleten és $p = 110$ kbar értéknél megjelenő nonvariáns egyensúlyi ponthoz tart, amelyen három vas-



2. ábra. Feszültség alatti allotróp átalakulások hőmérsékletének csökkenése



3. ábra. Nyomás alatti három vasmódosulat stabilitásának területe

módosulat — α, γ és ε — van jelen, amint azt a *3. ábrán* láthatjuk [1]. Az ε, a vasnak egy harmadik, nagynyomáson ismert hexagonális módosulata, amelyet a legsűrűbb térkitöltés jellemez. (Ez esetben a Gibss-féle fázisszabály felírásakor a nyomást is figyelembe kell vennünk.)

Az $\alpha \rightarrow \gamma$ átalakulás utáni 4-es jelű szakaszban fokozatosan csökkenő terhelés mellett a nyúlás egy jól jellemezhető iránytangens mentén halad, majd a t_e hőmérsékletnél, ahol az erő-nyúlásdiagram e szakaszának érintője a görbétől elválik, — a terhelés csökkenésének egyenletessége megtörik, lelassul. A 4-es jelű szakaszt a hőmérséklet emelkedésével arányos lineáris tágulás és a terhelés hatására fellépő egyenletes nyúlás jellemzi.

A kiinduló igénybevétel növekedésével az é-vel jelzett érintő meredeksége növekszik, azaz az egyenletes nyúlás mértéke csökken és viszonylag csekély, amint azt a következő táblázat adatai szemléltetik.

σ_{ki}, kp/mm²	δ_e, %
25	2,5
35	2,25
45	1,00
50	0,5

(Az egyenletes maradó alakváltozás nagyságát a vizsgálatok befejezése után a próbapálca adataiból határoztuk meg.)

Ezek, az egyeletes maradó alakváltozáshoz tartozó értékek egy-egy adott acélfajtára jellemzők. A vizsgált acéloknál ezek az értékek 840—850 °C hőmérsékleten 470—530 kp-nek felelnek meg, ami $F_0 = 50$ mm² esetén mintegy 10 kp/mm² feszültséggel egyenértékű.

Egyenletes nyúlás után az 5-össel jelzett szakaszon megkezdődik a próbapálca befűződése, a helyi kontrakció kialakulása. Ekkor a terhelőerő csökkenése lelassul, végül is nagyon mérsékelten csökken és a kontrahálás pedig folyamatos, s végül is a folyamat szakadáshoz vezet.

Vizsgálataink során a közel vízszintesbe menő szakaszhoz tartozó terhelő erő 905—910 °C hőmérsékleten, függetlenül a kiinduló terhelőerőtől, mintegy 230 kp, ill. az Fo-ra vonatkoztatott szilárdság 4,6 kp/mm², vagy a terhelőerőhöz tartozó keresztmetszetre vonatkoztatva pedig 5,85 kp/mm² volt.

A diagram 4-es 5-ös szakaszának a matematikai megközelítését az $y = ax^b e^{cx}$ exponenciális függvénnyel írhatjuk le, ahol az a, b és c állandók közül $c < 0$ és $b < 0$. Ezek a kísérleti értékek alapján meghatározhatók.

Ha a vizsgálatot nem a szakadásig folytatjuk, hanem a közel állandóvá váló terhelés elérésekor a fűtést kikapcsoljuk, akkor a próbapálca összehúzódása mellett a terhelőerő erőteljesen növekszik és mérsékelt nyúlás észlelhető (6). A nyúlás a térfogatnagyobbodással járó $\gamma \rightarrow \alpha$ átlakulás után fokozódik, majd ismét mérséklődik, ami a diagramon jól felismerhető.

A hűlés alatti terhelőerő növekedésének mértéke az előző szakaszban kialakult kontrakció mértékétől függ.

Az új vizsgálati mód hasznosításának lehetősége

A fentiekben ismertetett új vizsgálati eljárással választ kaphatunk arra, hogy az egyes hőálló és melegszilárd ötvözetfajták hogyan viselkednek különböző feszültségek esetén a folyton növekvő hőterheléssel szemben.

A vizsgálat kiterjeszthető olyan esetekre is, amikor a folyamatos hevítés egy-egy szakaszában a hevítés folytonosságát megszakítjuk, ill. állandósítjuk. Így izotermikus viszonyok közt vizsgálhatjuk a feszültség, az idő és az alakváltozás kölcsönhatását, ami nagyon hasznosan segíthet bennünket egy-egy részfolyamat — pl. keményedési, újrakristályosodási, vagy alakváltozási, — mechanizmussal összefüggő jelenség több oldalú értékelésében.

A vizsgálati eredényeinkből levonható következtetéseket az alábbiakban összegezzük.

1. Az új vizsgálati eljárással gyorsan meghatározhatjuk a vizsgált acélnak a szekunder keményedésre való hajlamát, mértékét és hőmérsékletközét.

2 Több kísérleti anyag feldolgozása várhatóan lehetővé teszi a relaxáció, a szekunder keményedés, valamint a melegalakítás során végbemenő újrakristályosodás körülményeinek újabb oldalról való megközelítését.

3. Különböző feszültségi állapotban meghatározhatjuk az allotróp átalakulásokat.

4. Gyors tájékozódást nyújt az egyes acélfajták melegszilárdsági tulajdonságaira, különösen Ac_3-nál ngyobb hőmérsékleten.

5. Végül jól nyomonkövethető a vizsgált anyagnak a kiinduló állapotra való „visszaemlékezésének" a folyamata.

A fentiekből következik, hogy az ismertetett új vizsgálati mód újabb lehetőséget biztosít a melegszilárdság változását leíró jelenségek ok-okozati összefüggéseinek újabb oldalról való megközelítésére.

IRODALOM

[1] *Brundy, F. P.:* Pressure-Temperature Diagram of Iron to 200 kbar, 900 °C (J. appl. Phys. 36. 1965. pag. 616/20).

Egészségi ártalmak a színképelemző laboratóriumban

Dr. WESZPRÉMY BARNA okl. vegyész
Csepel Vas- és Fémművek Minőségellenőrző és Anyagvizsgáló Intézet

DK 543.2+542.1 : 613.6

A tanulmányban a szerző a színképelemző laboratóriumokban jelentkező egészségi ártalmak mindegyikét részletesen elemzi. Főleg az idegrendszerre ható ártalom káros következményeit emeli ki és hangsúlyozza a rendszeres orvosi ellenőrzés szükségességét.

Napjainkban egyre változatosabb helyeken hallhatunk, ill. olvashatunk munkavédelmi kérdésekről. Ezekben a közleményekben egy új fogalom, foglalkozási ártalom szerepel igen gyakran. Igaz, nem a mi szűkebb munkaterületünkkel kapcsolatban — legfeljebb csak közvetve — éppen ezért örömmel kell üdvözölni, hogy az idei Színképelemző Vándorgyűlés programba iktatta az emissziós színképelemzés munkaegészségügyi kérdéseinek megvitatását. A kvantitatív színképelemzés, — noha még fél évszázados múltra sem tekinthet vissza — igen nagy elterjedtségnek örvend szerte a világon. Összehasonlítva az elméleti és gyakorlati témákkal foglalkozó közleményeket, igen kevés azon dolgozatok száma, melyek a színképelemzés egészségi ártalmával foglalkoznak, — akár közvetve is.

Mintegy 13 évvel ezelőtt egy szovjet cikket ismertettem a hazai színképelemző kollegák előtt. Az azóta eltelt időben egyszer Dunaújvárosban merült fel a téma egy konkrét eset kapcsán, nevezetesen a szikraköz, mint Rtg-sugárzás forrás kérdése. A méréseket a KÖJÁL egy 800 ccm-es ionizációs kamarával ellátott angol gyártmányú EKCO jelű Radiation Monitor berendezéssel végezték. A méréseket — megállapodás szerint — a Csepeli Anyagvizsgálóban is elvégezték. A mérési eredmények azt az elhatározást váltották ki bennük, hogy biztonság kedvéért végezzünk kontroll méréseket a saját Philips univerzális, ún. levegő ekvivalens falú, mégpedig egy 10 mR, valamint egy 200 mR dózismérővel. Ennek alapján megyőződtünk, hogy az angol készülék a szikraköz nagyfrekvenciás sugárzását mérte. A feltételezett Rtg-sugárzás jelenléte tehát fizikailag helytelennek bizonyult.

Még manapság is több laboratóriumban hajlamosak azt feltételezni az arra illetékes személyek, hogy a színképelemzés egyedüli egészségi ártalma csupán az elektromos kisülés ultraibolya sugárzásban gazdag mivoltában rejlik. Éppen ezért helyénvalónak ítélem a színképelemzés egyes mukafolyamatait — ha röviden is — részleteiben megvizsgálni ebből a nézőpontból.

A minták előkészítése, — jóllehet sok laboratóriumban nem tartozik közvetlenül a laboratórium dolgozóinak feladatai közé, — földrajzilag sem végzik sok helyen magában a laboratórium helyiségében, mégis meg kell említeni a forgácsolás, csiszolás, gyalulás, kisméretű tégelykemencében, ill. argon atmoszférában történő átolvasztás, valamint oldatok, ill. porminták előkészítése közben fellépő ártalmakat, balesetveszélyeket.

A színképfelvételek készítése során kétségtelenül a villamos szikra, ill. ív fénye komoly ártalmat jelent a közelben lévőknek, ha nem óvják szemüket kellő módon, hogy oldalról se érje az ultraibolya sugárzás. Köztudott, hogy igen kellemetlen, fájdalmas conjunctivitist, kötőhártya gyulladást okozhat. Az elektromos szikra kisülés másik velejárója a sokszor a megengedettnél nagyobb mértékben keletkező ózon, nitrogénoxid, valamint mérgező fémgőzök. Ezek huzamosabb belégzése egy idő után kóros tüneteket válthat ki az emberben.

A hazai egészségügyi szervek előírása szerint 0,1mg/m^3 ózon engedhető meg. Ha ezt a mennyiséget a laboratórium levegője túllépi — mint kivétel nélkül minden laboratóriumban — tartós belégzés esetén csökkenti a munkaképességet, növeli a fáradékonyságot, gyakori fejfájást, rossz közérzetet, valamint fogyást eredményez. Sok ózont juttat a levegőbe a nagyfeszültségű szinkronkapcsoló üzembiztos gyújtását elősegítő kvarclámpa is. Ilyen ártalom ellen célszerű szellőztetés ad valamelyes védelmet, melynek viszont az esetleges klimatizálás szab gátat.

A színképelemző laboratórium levegője a nitrogénoxid 0,005 mg/l megengedett értéket általában nem lépi túl, míg a 0,02 mg/l széndioxid megengedett értékét, — különösen szén ellenelektróddal végzett íves felvételek esetén pl. globulusz módszer alkalmazásakor — túllépheti. Miután ilyen irányú szisztematikus mérést hazánkban még rendszeresen nem végeztek, kívánatos volna ezeket sürgősen pótolni.

Sb, As, Cu, Zn, Pb, Hg stb. vizsgálata esetén szinte szándékosan szennyezzük a laboratórium levegőjét olyan elemek finom diszpergálásával, melyekkel komolyan veszélyeztetjük a színképelemző laboratóriumok dolgozóinak egészségét.

Más természetű — szintén nem elhanyagolható — ártalommal is kell számolni a színképelemzés

során. Ez az ártalomcsoport az idegrendszer kóros elváltozásaival van kapcsolatban. Első helyen említendő a zajártalom, mely nyitott szikraállvány használatakor, — különösen alacsony önindukciós tényezőjű kisülési kör esetén – károsítja a laboratórium dolgozóinak mind zenei hallását, mind idegrendszerét. Bizonyos idő elteltével az ún. hallás kifáradási jelenség lép fel, mely alattomosan, szinte észrevétlenül fejlődik ki. Amikor a páciens panaszával a szakorvosnál jelentkezik, legtöbbször már irreverzibilisek a belsőfülben talált elváltozások. Magam is láttam már néhány laboratóriumban, hogy egyszerűen száraz vattával próbáltak a zajártalom ellen védekezni. Az igazság az, hogy a száraz vatta alig eredményez zajcsökkentést (legfeljebb 6 DB), míg a paraffin olajjal átitatott vatta már eredményesebben szűri ki a zajt (mintegy 21 DB), de még a neutrális olaj is okozhat ekcémát egyes érzékenyebb embernél. A gumi füldugó hatásosabban csökkenti a zajt (cca. 27 DB), az ún. „zajvédő tok" a leghatásosabb zajcsökkentő eszköz (átlagban 33 DB). Ennek állandó viselése viszont súlya miatt korlátozott.

A zaj egészségkárosító hatásával azért nem foglalkoztak az utóbbi időkig, mert első pillanatra ártalmatlannak tűnt és fájdalommal sem jár bizonyos határon belül. Ma már tudjuk, hogy a zaj hatására megváltozik a szíven a percenként átáramló vér mennyisége, a vérnyomás, gyomor- és bélműködés. A zajhatás megszűntével ugyan lassan megszűnnek a tünetek, de téves az a felfogás, hogy meg lehet szokni. Előfordulhat ugyan, hogy tudatosan kikapcsoljuk figyelmünkből a zaj ingereket, de ez többletmunkát igényel az idegrendszertől. Következésképp a figyelem egyre csökken.

Mivel a hallásküszöb értéke az életkorral változik, romlik, ezért az orvosnak minden egyes embert egyénileg kell elbírálnia. Általános normát felállítani nem célravezető eljárás.

Szintén az idegrendszerre ható ártalom az egyfolytában órákon át végzett fotometrálás, távcsöves színképelemzés. Ez a művelet nemcsak a szemet veszi erősen igénybe, hanem a nyaki gerinc osteochondritis nevű, a nem megfelelő munkaszék miatti kényszertesttartás okozta mechanikus gerincelváltozások töltik be a kórokozó szerepét. Ezért szükségesnek ítélem a gyakorisága, valamint súlyossága miatti megemlítését, mint foglalkozási betegségét. Ez úgy jön létre, hogy a nyaki gerinc csigolya közötti rések beszűkülnek. Leginkább neurotikus megnyilvánulásból lehet észrevenni, sőt magas vérnyomás kialakulását is előidézheti. Munkahigiénikusok újabban mint értelmiségi foglalkozású megbetegedést említik, hasonlóan a gépi adatfeldolgozóknál tapasztalt symptomákkal. Ezen nyaki gerinc fokozottabb igénybevétele nemcsak a nyaki szindrómának lehet kiváltója, hanem újabban ezzel magyarázzák az eddig tisztán neurotikusnak tartott gyomor-bél panaszokat is a hypertónia essentialis jelenséggel együtt.

A közelmúltban a szocialista országok moszkvai munkaegészségügyi konferenciáján nagy érdeklődést váltott ki a nagyfrekvenciás elektromágneses sugárzás veszélyességével foglalkozó előadás. Köztudott, hogy a szikragerejesztő által táplált elemző szikraköz a szinkron kapcsolóval együtt nagyfrekvenciás elektromágneses sugárzás forrása. Frekvenciáját a közismert Thompson-képlettel számolhatjuk. Erre vonatkozóan csak utalni szeretnék *dr. Török* több helyen is elhangzott és publikált munkájára, ahol néhány tipikus kisülésre jellemző adat táblázatban van számszerűen feltüntetve.

Az elektromágneses tér biológiai hatásának mértéke függ a frevkenciától és a térerősségtől. A keltett elektromágneses tér erőssége egyrészt a kisugárzott teljesítménytől, másrészt a sugárzó elemek geometriájától, valamint az alkalmazott árnyékolástól függ. A térerősség az adott pontban az elektromos (E) és mágneses (H) térerősséggel jellemezhető és gömbhullám formájában terjed, az $E = 377\,H$ összefüggés szerint. Ha a sugárforrás távolsága nagyobb, mint $\lambda/2\pi$ az energia áramsűrűségét (δ) is figyelembe kell venni. Az összefüggés a

$$\delta = \frac{E^2}{377} = 377 H^2$$

egyenlettel írható le. A tér azon pontjában, ahol a sugárforrás közelebb van az előbb említett $\lambda/2\pi$ értéknél, az ún. indukciós zónában, pl. önidukciós tekercs közelében, a mágneses térerősség intenzitása felülmúlja az elektromos térerősség értékét ($E < 377\,H$). Kondenzátor közelében a helyzet fordított ($E > 377\,H$).

A panaszok elsősorban a központi idegrendszer részéről jelentkeznek: fáradtság, csökkent munkaképesség, fejfájás, alvászavar, ingerlékenység, fokozott izzadékonyság, emlékezet gyengeség, valamint a fejben érzett hőhullám áll elő. Ha nem is lehet minden esetben a fenti panaszokért a nagyfrekvenciás elektromágneses teret felelőssé tenni, de kísérletileg bebizonyított tény, hogy igenis lehet okozója.

Ismertes, hogy a nagyfrekvenciás erőtér élő szervezettel érintkezve részben visszaverődik, részben elnyelődik, vagy áthalad rajta. Biológiai szempontból az elnyelt energia mennyiség okozhat elváltozást. Ez a hatás ugyan még nem teljesen tisztázott, de tudott, hogy a behatolás mélysége a frekvencia függvénye. Egyes szerzők a szemlencse homályokat a nagyfrekvenciás erőtér okozta helyi hőhatásával magyarázzák azon meggondolás alapján, hogy a szemlencsének nem lévén erei, ezért nincs hűtő rendszere, mint a többi szövetnek.

Különösen érzékeny szervek a nagyfrekvenciás hatásokkal szemben a szem, a herék, a csontvelő, valamint a máj, vese, gyomor és nem utolsó sorban a központi idegrendszer. Ezért fontos a térerősség tényleges mérése, mert irodalmi hivatkozás szerint a számított érték téves tájékozódást eredményezhet. Az elektromágneses tér káros hatása ellen a lehető leggondosabb árnyékolás útján lehet védekezni.

Különösen fel kell hívnom a figyelmet a színképfelvételek készítése során előfordulható áramütés veszélyére. A baleset szempontjából különbséget kell tenni kisfeszültségű és nagyfeszültségű árambehatás között, jóllehet az eszméletlenség külső látszata a súlyos áramütések mind a két típusánál — a villámcsapásnál is — egyforma lehet, de külön-

böző patológiás állapottal állunk szemben. Ennek megfelelően a segélynyújtási eljárás is más és más.

A legtöbb kisfeszültségű áramütés okozta baleset kor ún. szívkamra lebegés áll elő, amikor is a vérkeringés gyakorlatilag megáll.

Az oxigénhiányra legérzékenyebben reagáló szerv az agy, működését beszünteti. Ezért is következik be leghamarabb az ájulás olyan áramütött egyénnél, akin a testen keresztül áthaladt áram szívkamra lebegést idézett elő. Ha a szívműködést 5—10 percen belül nem sikerül masszázzsal, vagy kontrasokkal megindítani, valamint a légzést helyreállítani, az áramütött meghal.

Nagyfeszültségű áramütés esetén nem lép fel minden esetben önkívületi állapot, legfeljebb csak rövid időre. Ez csak akkor lép fel, ha a nagyfeszültség az agyat, ill. gerincvelőt érte. Szívkamra lebegés a legritkább esetben fordul elő a statisztikai adatok szerint. Igen fontos a dolgozók kellő kioktatása és olyan munka beosztása, hogy spektrográfiás felvételnél mindig két személy tartózkodjék a laboratóriumban. Minden munka előtt meg kell győződni a gerjesztő és szikraállvány biztonsági érintkezőjének helyes működéséről. Kötelezően kell előírni minden laboratóriumban — szabadban, vagy raktárban végzett távcsöves elemzéseknél sokkal hangsúlyozottabban —, az erőátviteli hálózattól való függetlenítést megfelelően méretezett szigetelő transzformátor közbeiktatása révén.

Korszerű laboratóriumokat ma már egyre több helyen klimatizálják. Nemcsak a melegebb helyiségből való belépés hidegebb helyiségbe, hanem a huzamosabb benntartózkodás könnyebb öltözékben is okozója lehet megbetegedésnek. A klimatizált laboratórium személyzetét úgy kell beosztani, hogy bizonyos időközökben váltsák egymást, pihenő szünetek beiktatásával.

A terhes anyák egészségi ártalmakkal szemben való védelme különösen kiemelt munkaegészségügyi feladata társadalmunknak. A terhesdolgozóknak lehetőleg könnyebb beosztást kell biztosítani, a nagyfrekvenciás erőtér esetleges káros hatásától óvni kell. Igen fontos minden egyes színképelemző laboratóriumi dolgozónak a legteljesebb támogatást megadni az időszakos kötelező orvosi vizsgálaton az előírt időben való részvételhez. A folyósított egészségügyi bérpótlék önmagában messze nem elegendő egészségünk megóvására.

A tanulmányban röviden ismertetett egészségi ártalmak további részletes vizsgálatát folytatni kell, ahol ez még nem történt meg, haladéktalanul be kell vezettetni. A színképelemző laboratóriumokat a felsorolt egészségi ártalmak előfordulása miatt egységesen az egészségre ártalmas munkahelyek nomenklatúrájába kell felvétetni. Az egészségi bérpótlék folyósítását valamennyi színképelemző laboratóriumban be kell vezettetni.

IRODALOM

[1] Általános Balesetelhárító és Egészségvédő Óvórendszabály, 1968.

[2] *Fischer M.:* Villamosáram okozta balesetek áldozatainak értékelése. Munkavédelem VI. évf. 10—12, 43. 1960. Tanulmány a villamosáramnak az emberi szervezetre való hatásáról. Munkavédelem VII. évf. 4—6. 17. 1961.

[3] *Lampé István:* Halláskifáradási vizsgálatok zajos munkahelyen dolgozóknál. Munkavédelem VIII. évf. 1—3. 33. 1962.

[4] *Jakabfi I.:* Egyéni zajvédő eszközök hatásfokának vizsgálata tisztahang és beszéd-audiometriával. Munkavédelem IX. évf. 10—12. 34. 1963.

[5] *Kárpáti J.:* Öntödei egészségártalmak. Öntöde XIV. évf. 4. 82. 1963.

[6] *Vámos L.:* Mikrohullámú térben, valamint mikrohullámú berendezésekkel dolgozók egészségvédelme és munkavédelmi szabályai. Munkavédelem XVI. évf. 1—3. 28. 1970.

[7] *Franke, D. A.:* A nagyfrekvenciás elektromágneses sugárzás veszélyessége és a védekezés módjai. Munkavédelem VI. évf. 10—12. 7. 1960.

[8] Az ipari zaj csökkentése. Munkavédelmi Könyvtár 1966.

[9] *Zolina, Z. M.:* Munkaegészségügyi vizsgálatok színképelemző laboratóriumokban. Izveszt. Akad. Nauk. SSSR. Ser. Fiz. 14. 703. 1950.

[10] Munkavédelmi Műszaki Zsebkönyv, 1963.

[11] *Török T.:* Spektroszkópiai szikragerjesztők elektromos folyamatairól. Fizikai Szemle XVIII. 3. sz. 69—78. 1968.

Nyersvas minták mikrohomogenitásának vizsgálata mikroszínképelemző módszerrel

GEGUS ERNŐ okl. vegyészmérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.163:539.215:543.42.063

A színképelemzéshez használt nyersvasminták összetételi mikrohomogenitása a megbízható vizsgálat alapfeltétele. Réz-tűelektródos mikroszikra-módszerrel 15 ponton 0,6—0,8 mm-es szikrafoltokról kapott eredmények alapján elemenként számítottuk a t-eloszlás szerinti relatív szórástartományokat és az F-eloszlás szerinti megbízhatósági intervallumokat. Az NBS 1175 etalonnal végzett összehasonlítás alapján, szórásképekkel jellemezzük a hazai előállítású kísérleti nyersvas-etalonok munkafelületén és keresztmetszetén mért mikrohomogenitást.

Ötvözetek összetételének meghatározásakor döntő jelentősége van a minta homogenitásának. A megbízható elemzés feltétele, hogy a próbadarab kis részét alkotó, ténylegesen megvizsgált anyag összetétele azonos legyen a mintáéval, a próbadarab pedig azonos összetételű legyen azzal az adaggal, amelyből kivettük. A próbadarab és az adag közötti megegyezés mértéke: az anyag *makrohomogenitása* több, ugyanabból az adagból származó minta vizsgálatával ellenőrizhető, ezzel itt most nem foglalkozunk. A próbadarab *mikrohomogenitása:* az anyag egyenletes, dúsulásoktól mentes mikroszerkezeti eloszlása különösen fontos a spektrometriás-spektrográfiás elemzési eljárások szempontjából. A szilárd minta 6—8 mm átmérőjű felü-

let-eleméről elgőzölögtetett anyag adja ugyanis az összetétel meghatározásához szükséges információt. A meghatározás megbízhatóságán nem változtat az összetétel eloszlása, ha ez a vizsgált felület kb. századrésznyi szakaszán is egyenletes. A színképelemzéshez alkalmas próbadarabok mikrohomogenitását így 0,6—0,8 mm-es lokális bontásban célszerű vizsgálni. Ennél finomabb bontást — pl. mikroszondával — körülményesebb megvalósítani: csak kis próbadarab vizsgálható, a kristályszemcsék mérettartományában azonkívül olyan inhomogenitások is kimutathatók, amelyek a tényleges vizsgálatban nem játszanak szerepet.

A mikrohomogenitás vizsgálatára jól használhatók a különféle helyi mikroszínképelemzési eljárások, ezek értékelésével már másutt foglalkoztunk [1]. Ugyanott ismertettünk egy egyszerű réztűelektródos mikroszikra-módszert, amely a kisenergiájú, nagyfeszültségű, nagy teljesítménysűrűségű sugárforrás révén az elemek közötti hatásoktól, a minta hőkezeltségi állapotától, valamint a felület előkészítésétől gyakorlatilag független összetételi eredményeket szolgáltat. Ez a módszer általános színképelemzési eljárásként bevált a legkülönfélébb acél- és nyersvasfajták vizsgálatában [2]. Ezt a módszert használtuk fel a nyersvasminták mikrohomogenitásának vizsgálatára. Különösen nagy jelentősége van a mikrohomogenitás megbízható felderítésének kísérleti spektrométeres nyersvas-etalon mintáinkon, mivel a relatív elemzési módszer pontossága elsősorban a spektrométer beállításához és hitelesítéséhez használt etalonok megbízhatóságától függ.

Megemlítjük, hogy a nyersvasminták mikrohomogenitásának, különösen az összetétel keresztmetszeti eloszlásának a felderítésére megkíséreltük az öntöttvasak magnézium-eloszlásának vizsgálatára alkalmazott réz-pengeelektródos módszert felhasználni [3, 4]. Előnye ennek a megoldásnak, hogy egyetlen színképfelvétellel több milliméteres szakasz összetételéről tájékozódhatunk. Sajnálatos azonban, hogy az energia eloszlása a penge vonala mentén általában nem egyenletes, mivel ezen a nagyobb szakaszon a szövet elbontása sem egyenletes. Hasonló megállapításra jutottak a módszer más alkalmazói is [5].

A spektrométeres vizsgálatokhoz — mint ismeretes — csak a gyorsan dermedt, fehér töretű nyersvasminták alkalmasak. Az ennek a feltételnek megfelelő, irányított hűtésű kokillákban készült próbadarabok szövete elég finom szemcsézetű [6] ahhoz, hogy a mikroszikra-módszer lokális bontásával a homogenitást egyértelműen megítélhessük. Az acéletalonokhoz hasonlóan, a nyersvasminták mikrohomogenitásának vizsgálatában a következőképpen jártunk el. A nyersvasminta csiszolt felületén, megfelelő elrendezésben (pl. átlósan) 15 ponton készítettünk színképfelvételt a mikroszikra-módszerrel. A vizsgálható alkotóelemek kiválasztott színképvonalainak feketedését mértük, transzformáltuk, és meghatároztuk az egyes pontokon az alkotóelemek vonalpárjainak logaritmus-intenzitás-különbségeit (ΔY_i). Ezekből elemenként számítottuk a *Student*-féle t-eloszlás szerinti relatív százalékos szórástartományokat ($\Delta x_{\%}$):

$$s_{\Delta Y} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (\Delta Y_i - \overline{\Delta Y})^2}{N-1}}$$

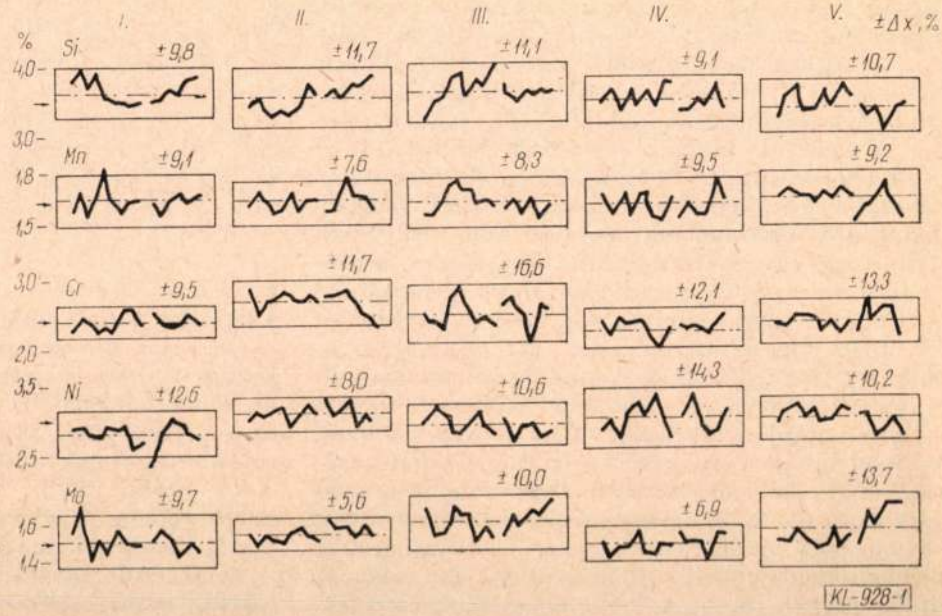
$$s_{\mathrm{rel}.c} = \frac{\ln 10}{b} s_{\Delta Y}$$

$$\Delta x = t(P, f) \cdot s_{\mathrm{rel}\cdot c}$$

$$\Delta x_{\%} = 100x$$

A képletekben N a mérések száma (általában $N=15$), $s_{\mathrm{rel}\,c}$ a relatív koncentráció-szórás, $f=N-1$ a szabadsági fok, $P=95\%$ statisztikus biztonság, b pedig a ΔY—log c analitikai görbe meredeksége [7, 8].

A szórástartomány tapasztalatunk szerint jól jellemzi a vizsgált minta homogenitását az adott elemre. Az *1. ábrán* bemutatjuk az NBS 1175



1. ábra. Nyersvasetalonok (NBS 1175) szórásképei, a szórástartományok ($\Delta x_{\%}$), a koncentráció-középértékek (—.—.—) és az abszolút szóráshatárok (——) feltüntetésével

nyersvasetalon 5 különböző példányán mért adatokból számított szórástartományokat. A szemléletesség kedvéért, valamint az esetleges módszeres helyi eltérések vizsgálatára diagramokat szerkesztettünk az egyes pontokban mért koncentráció-értékkel. Az eredményvonal a középértéket, a két szélső vonal az abszolút szóráshatárokat, a bal oldali nyilak a bizonylat szerinti hiteles értékeket jelölik. Hasonló szórást mutat az itt nem ábrázolt vanádium- (0,22% V) és kobalt- (0,11% Co)-tartalom, a titán (0,35% Ti) eloszlása viszont valamennyi mintában rendkívül inhomogén: a $\Delta x\%$ értéke 14—34% között van. (Az etalonok rendelkezésünkre bocsátásáért ezúton is köszönetet mondunk a Csepel Vas- és Fémművek, a Lenin Kohászati Művek és az Ózdi Kohászati Üzemek spektrométer-laboratóriumai vezetőinek.)

A szórástartomány a mérések korlátozott száma miatt természetesen maga is hibával terhelt. A *Fischer*-féle F-eloszlás segítségével kiszámíthatjuk a szórástartomány megbízhatósági intervallumát [9, 10], amelyet a k_1 és k_2 együtthatókkal jellemezhetünk:

$$k_1 s \leq \sigma \leq k_2 s$$

$$\frac{1}{k_1} = \frac{s}{\sigma} = \sqrt{F_1};\ k_1 = \frac{1}{\sqrt{F_1}}$$

$$k_2 = \frac{\sigma}{s} = \sqrt{F_2}$$

$N=15$ esetére $k_1=0{,}78$ és $k_2=1{,}45$. Az 1. ábrán látható, hogy az egyes etalon-példányok szórástartománya általában (a molibdén kivételével) találkozik a megbízhatósági intervallumon belül, a hiteles értékek pedig jól jellemzik a minták teljes átlagát. (Az egyes példányok középértékeinek eltérései viszont az etalon makrohomogenitását jellemzik.)

Ötvözetminták összetételi homogenitásának kifejezésére egységes mérőszám nem ismeretes. A variancia-analízissel felderített inhomogenitás, a *Bartlett*-, vagy *Duncan*-próbával végzett szóráselemzés bonyolult eljárásai [11, 12] helyett indokoltnak tartjuk azt a felfogást, hogy a kérdéses minták mikrohomogenitását az ismert leghomogénebb, azonos típusú etalonokhoz viszonyítva állapítsuk meg [13], a relatív szórástartományok összevetésének bemutatott módszerével. Kísérletképpen elvégeztük ugyanis az egyik NBS 1175 típusú nyersvasminta homogenitásának vizsgálatát *Hemschik* és *Schuffenhauer* eljárásával [12]. Az alább bemutatott eredmények azonban nem nyújtanak több, vagy egyértelműbb információt, mint a szórástartományok egyszerű vizsgálata. Az említett [12] eljárás szerint mindegyik vizsgált elemre két vonalpárt képeztünk, mégpedig az adott elemzővonalat egyszer atomos, egyszer pedig ionos vasvonalra vonatkoztatva. A variancia-analízissel végzett számítás alapján így különválasztható az elemzési módszer hibája és az inhomogenitásból adódó szórás. Az *1. táblázatból* látható, hogy a homogenitás feltételét ($F<2{,}46$) éppen a titán és a nikkel elégíti ki, amelyek a szórástartományok vizsgálatakor a leginhomogénebbeknek bizonyultak. Oka ennek az eltérésnek az, hogy a kérdéses elemek esetében

1. táblázat

NBS 1175 nyersvasetalon homogenitásának vizsgálata [12] szerint

Elem		Fe vonalpár		$\Delta x\%$ hiba			F-próba*
jele	vonala	1	2	teljes	módszer	homogenitás	
Si	2516	2518	2517	5,34	3,29	5,24	4,35
Mn	2933	3077	3083	5,39	2,49	5,80	8,64
Cr	2677	2689	2828	5,21	3,70	4,73	3,04
Ni	2316	2327	2689	5,81	4,95	4,47	1,78
Mo	2816	2828	2689	3,54	2,31	3,38	3,79
V	3110	3077	3083	3,98	2,36	3,97	4,80
Ti	3372	3370	3083	8,65	7,11	6,91	1,99

* Inhomogén a minta, ha $F \geq 2{,}46$

2. táblázat

NBS 1175 nyersvasetalon homogenitásának vizsgálata átlagolt vonatkoztató vonalakkal

Elem		Fe vonalpár		$\Delta x\%$ hiba			F-próba*
jele	vonala	1	2	teljes	módszer	homogenitás	
Si	2516			6,71	2,43	7,52	14,64
Mn	2933			4,83	2,09	5,27	9,94
Cr	2677	2689	2828	4,14	2,52	4,09	4,51
Ni	2316	3083	3077	4,61	2,43	4,79	6,35
Mo	2816	átl.	átl.	3,60	2,20	3,55	4,46
V	3110			3,85	2,01	4,01	6,49
Ti	3372			8,04	2,79	9,05	16,06

* Inhomogén a minta, ha $F \geq 2{,}46$

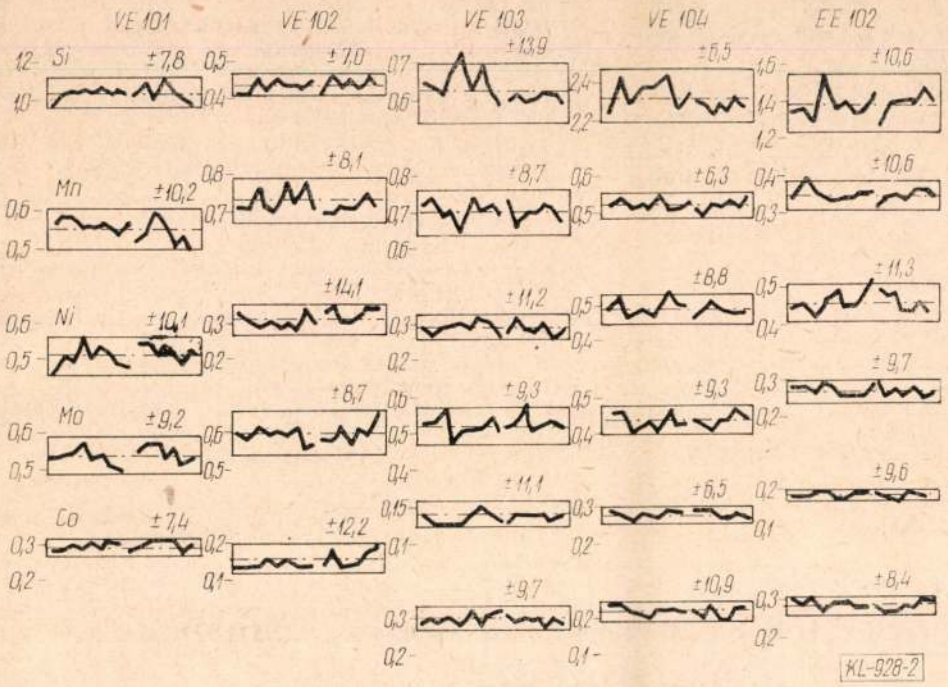
3. táblázat

NBS 1175 nyersvasetalon homogenitásának vizsgálata a szórástartományok összehasonlítása alapján

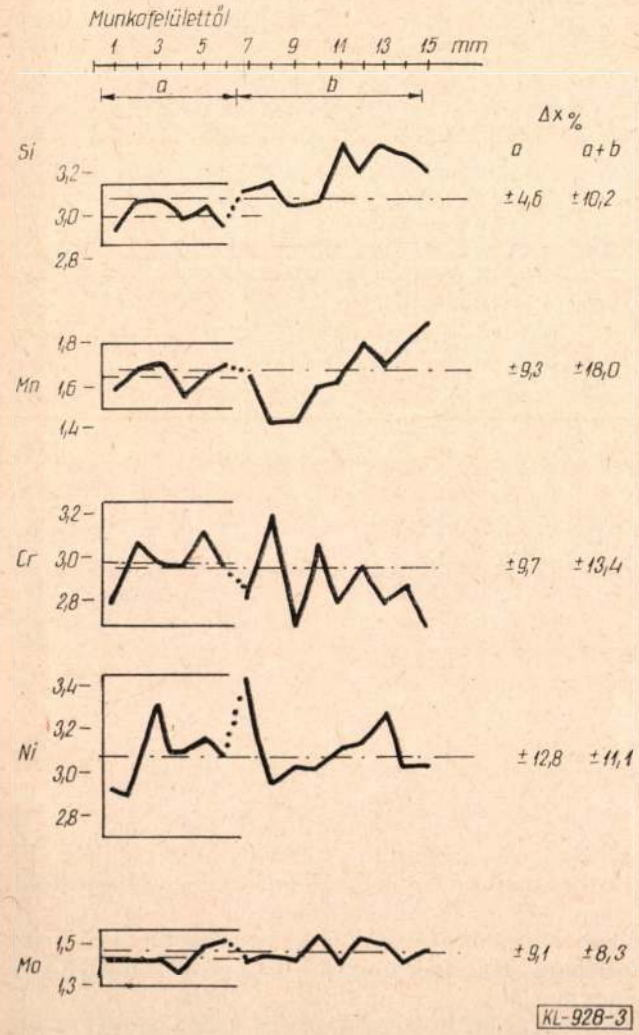
Elem		Fe vonalpár 1	$\Delta x\%$ 1	Fe vonalpár 2	$\Delta x\%$ 2
jele	vonala				
Si	2516	2518	9,8		11,4
Mn	2933	3077	9,1	2517 2518	7,8
Cr	2677	2689	9,5	2689 2828	6,4
Ni	2316	2327	12,6	3077 3083	9,2
Mo	2816	2828	9,7	átl.	7,6
V	3110	3077	13,3		6,5
Ti	3372	3370	19,0		14,5

a módszer szórása a teljes hibához képest nagy. Tárgyilagosabb képet ad a homogenitásról ez az eljárás, ha az elemzővonalakat egy-egy vonatkoztató vonal helyett két-két megfelelő atomos, ill. ionos vasvonal átlagára vonatkoztatjuk, amint az a *2. táblázaton* látható. A módszer hibája így egyenletesebbnek adódik (2,01 és 2,79 között). Az F-próba szerint azonban az elemek egyike sem homogén eloszlású, és az F-értékek nem nyújtanak közelebbi, egyértelmű információt.

Az átlagolt vonatkoztató vonallal végzett kiértékelés szóráscsökkentő hatását megvizsgáltuk



2. ábra. Kísérleti nyersvasetalonok (VKI) szórásképei Jelölések az 1. ábra szerint



3. ábra. Nyersvasetalon (NBS 1175) keresztmetszeti szórásképei. Jelölések az 1. ábra szerint

a szórástartományokat összehasonlító eljárásunk esetében is. A hat vonatkoztató vonal átlagával kapott adatok a szilícium kivételével javulást mutatnak ugyan, de az egyszerű vonalpárok alapján is kielégítően összehasonlíthatjuk a minták homogenitását *(3. táblázat)*.

A fentiek értelmében, mikroszikra-módszerrel vizsgáltuk és a szórástartományok összehasonlításával értékeltük az Intézetünkben készült spektrométeres kísérleti nyersvas etalonok mikrohomogenitását. A *2. ábrán* bemutatjuk néhány próbadarab szórásképeit, az 1. ábrának megfelelő adatok feltüntetésével. A szórástartományok értékei alapján a kísérleti minták gyakorlatilag azonos homogenitásúak az NBS 1175 jelű etalonnal.

Az irányított hűtéssel készült nyersvasminták spektrométeres vizsgálata szempontjából fontos, a rétegek lecsiszolása után ismételten használt spektrométeres etalonok szempontjából pedig döntő jelentőségű a próbadarabok keresztmetszeti homogenitása. A nyersvasetalonok összetételének állandóságát a National Bureau of Standards (Washington) például csak kb. 7 mm mélységig garantálja. Keresztben elvágott NBS 1175 mintán mikroszikra-módszerrel meghatároztuk az alkotóelemek szórását. A *3. ábra* tanúsága szerint az elemek jelentős részénél 7 mm után valóban számottevően megnő a szórás. Az Intézetünkben előállított kísérleti nyersvasetalonok esetében 8—10 mm mélységig állandó a próbadarabok mikrohomogenitása. Ezt a keresztmetszeti eloszlást rétegvizsgálatokkal kétféleképpen is ellenőriztük. Egyrészt mikroszikra-módszerrel elemeztük a rétegenként továbbcsiszolt próbafelületeket, másrészt a milliméterenként leköszörült próbadarabokat spektrométeres vizsgálatokkal ellenőriztük a már említett üzemi spektrométeres laboratóriu-

mokban, továbbá a Dunai Vasmű Központi laboratóriumában. A különféle vizsgálatok eredményei megnyugtatóan egyeztek [6].

Az ismertetett vizsgálatok értelmében, a mikroszikra-módszerrel készült színképfelvételek alapján, és a szórástartományok összehasonlítása útján viszonylag egyszerűen, megbízhatóan megítélhető a nyersvasminták összetételi eloszlásának egyenletessége, a minták mikrohomogenitása.

IRODALOM

[1] *Gegus E.*: Gép *21*, 455 (1969).
[2] *Gegus E.—Szarvas P.*: Az V. Anyagvizsgáló Kongresszus előadásai, III. szekció: XIII. Magyar Emissziós Színképelemző Vándorgyűlés. Budapest, 1970. 173. old., — Bányászati és Kohászati Lapok, Kohászat *104*, 8 (1971.)
[3] *Iszajev, N. G.*: Izv. AN SzSzSzR, szer. fiz. *14*, No. 5 (1950).
[4] *Mirkin, I. L.—Rikman, E. P.*: Zav. lab. *22*, 930 (1956).
[5] *Mirkin, I. L.—Rikman, E. P.*: Zav. lab. *23*, 1338 (1957).
[6] Acél és nyersvas etalonok előállítása. VKI 7-1-093/1970. sz. témajelentés.
[7] *Doerffel, K.*: Statistik in der anal. Chemie. VEB Deutscher Verl. f. Grundstoffind., Leipzig, 1966.
[8] *Svehla Gy.*: A VIII. Magyar Emissziós Színképelemző Vándorgyűlés előadásai, Eger, 1965. GTE. kiadv., VVE Jegyz., 229. old.
[9] *Holdt, G.*: Emissionsspektroskopie. Tagungsbericht. Akad.-Verl., Berlin, 1964. S. 63.
[10] *Szepesváry P.—Svehla Gy.*: Magy. Kém. Lapja *15*, 11 (1960).
[11] *Frank, R. C.—Dallemand, J. E.—Fry, D. L.*: Spectrochim. Acta *9*, 323 (1957).
[12] *Hemschik, H.—Schuffenhauer, W.*: Experim. Techn. der Physik *11*, 214 (1963).
[13] *Galazka, J.—Sobczak, N.*: Chem analityczna *15*, 69 (1970).

Gyors módszer fémes anyagok hővezetési számának meghatározására*

GERGELY MÁRTON okl. gépészmérnök – VERŐ BALÁZS okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK 620.181.4 : 536.2.001.5

A cikk olyan módszert ismertet, amellyel kisméretű próbatesteken, a gyakorlati követelményeknek megfelelő pontossággal lehet hővezetési számot meghatározni. Megfelelően előkészített és beágyazott próbatest egyik véglapját 80 °C-os vízsugárral melegítjük; a próbatest másik végén a hőmérsékletváltozást regisztráljuk. A hővezetési szám abszolút értékét a 25 °C-ról 45 °C-ra való felmelegedés időszükségletéből etalonok segítségével állapítjuk meg.

A szerszámok hővezetésekor, illetve rendeltetésszerű használatakor a bennük fellépő hőmérséklet-különbségek jelentős feszültségeket okoznak. E *hőfeszültségek* a szerszámok élettartamát csökkenthetik. A feszültségek nagysága, és hely szerinti eloszlása a szerszám alakjától, igénybevételétől és a szerszámanyag fizikai tulajdonságaitól függ. Ismeretes, hogy a szerszámban ébredő hőfeszültség — adott igénybevételi és geometriai körülmények között — annál kisebb, minél kisebb a szerszámanyag hőtágulási együtthatója és minél jobbak a hővezetési tulajdonságai. A hőtágulási együttható meghatározására kifinomult gyors módszerek és a kerekedelemben kapható mérőberendezések állnak az anyagvizsgálók rendelkezésére. A hővezetési tulajdonságok gyors minősítése azonban nehézségekbe ütközik.

Dolgozatunkban egészen kisméretű próbán is elvégezhető, lényegében új módszert ismertetünk, és példaképpen néhány különböző keményfémanyag hőtágulási és hővezetési tulajdonságait hasonlítjuk össze.

A műszaki gyakorlatban felmerülő hővezetési problémák esetében azzal a feladattal kell általában megbírkóznunk, hogy egy adott geometriájú test valamely pontja hogyan változtatja a hőmérsékletét, ha a test egy másik pontját melegítjük. A hővezetési tulajdonságok jellemzésére elfogadott jelzőszámtól megkívánjuk, hogy az azonos körülmények között melegített test jelzőszáma nagyobb legyen, ha az a valóságban is gyorsabban melegszik. Állításunk világosabbá válik, ha a hagyományosan és általánosan használt λ hővezetési tényezőre utalunk, mert nagyobb hővezetési tényezőjű anyag is „vezetheti lassabban" a hőt, ha a fajhője és sűrűsége megfelelően nagyobb.

A keresett melegedési (vagy hűlési) görbék meghatározásához a hővezetés

$$\frac{\partial T}{\partial t} = k\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)$$

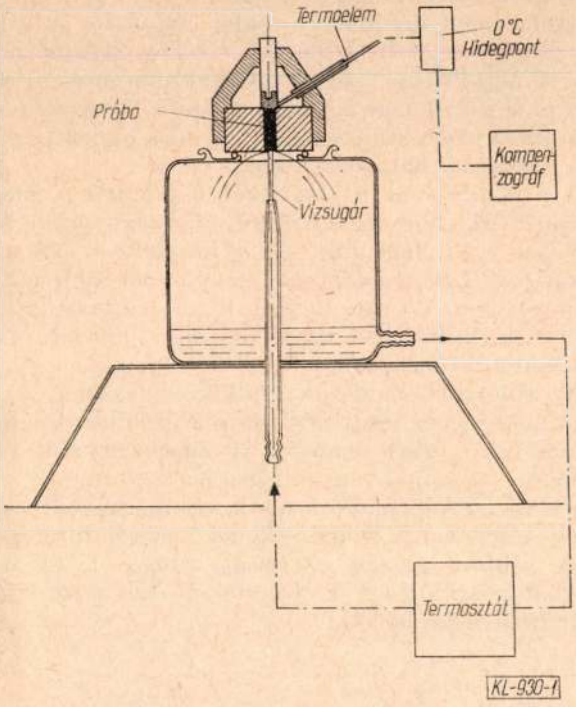
differenciálegyenletét kell különböző határfeltételek mellett megoldani, amennyiben az anyag belsejében belső hőforrás nincs. A megoldásokban anyagjellemzőként a k *hővezetési szám* szerepel, amely

$$k = \frac{\lambda}{c \cdot \varrho}$$

-val egyenlő. Ezt a k-értéket tekinthetjük tehát a hővezetési tulajdonságokra jellemzőnek.

A hővezetési szám meghatározására elvileg két lehetőség nyílik. Az egyik, klasszikusnak nevezhető eljárás szerint stacionárius hőmérsékleti állapotot hozunk létre a megfelelő alakú próbatestben, majd két pont hőmérséklete és a geometriai viszonyok ismeretében a λ hővezetési tényező kiszámítható. Ha ezek után a c fajhőt és a ϱ sűrűséget megmérjük, a k számítható. A módszer bonyolult, meglehetősen hosszadalmas és előírt méretű próba is szükséges hozzá. A másik lehetőséget a következőkben részletezzük:

* A *II. „Szerszámanyagok és szerszámok" konferencián* 1971. júliusában elhangzott előadás anyaga.



1. ábra. Készülék fémes anyagok hővezetési számának üzemszerű meghatározására (elvi vázlat)

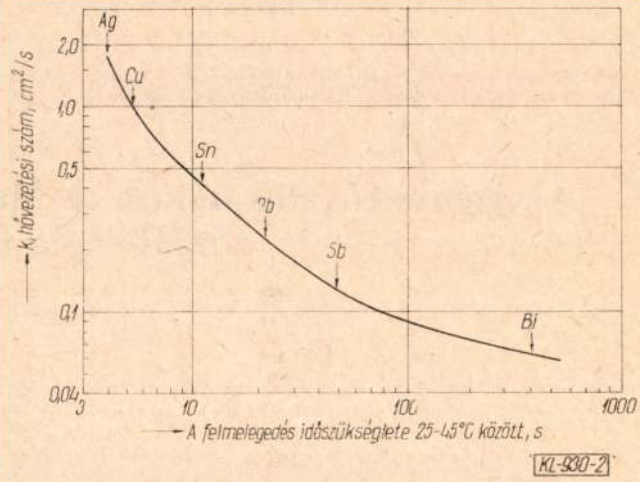
A hővezetési szám közvetlen meghatározására kidolgozott eljárásunkat az *1. ábrán* látható mérőrendszerrel valósítottuk meg. A $4 \times 4 \times 20$ mm méretű próbákat hidegen polimerizálódó műgyantába, ipari „Dentacryl"-ba ágyazzuk úgy, hogy a próbák véglapjai szabadon maradjanak. Az előkészített próbákat 0 °C-os víz-jég keverékben a teljes hőkiegyenlítődésig lehűtjük, majd egy gumi tömítőgyűrű közbeiktatásával gyorsan a különleges üvegedény felső szájrészére szorítjuk. Ezután egy beépített fúvóka segítségével 80 °C-os vízsugarat irányítunk a próba alsó véglapjára, miközben a másik véglapon termoelem és kompenzográf segítségével regisztráljuk a hőmérséklet változását. A 80 °C-os vízsugár állandó hőmérsékletét ultratermosztáttal biztosítjuk; az ultratermosztát szivattyúberendezése tartja a (desztillált) vizet állandó körforgásban.

A próba anyagának k hővezetési száma a próbatest véglapján regisztrált hőmérsékletváltozás időbeli lefutásából határozható meg, ha ismerjük a hővezetés differenciálegyenletének a viszonyaink melletti megoldását. Fel kell azonban ehhez tételeznünk, hogy a kísérlet folyamán a beágyazó anyag (a Dentacryl) tökéletes hőszigetelő, valamint hogy a vízsugárral melegített homlokfelület időigény nélkül veszi fel a víz hőmérsékletét stb. Ezeknek a feltételezéseknek a jogossága természetesen vitatható.

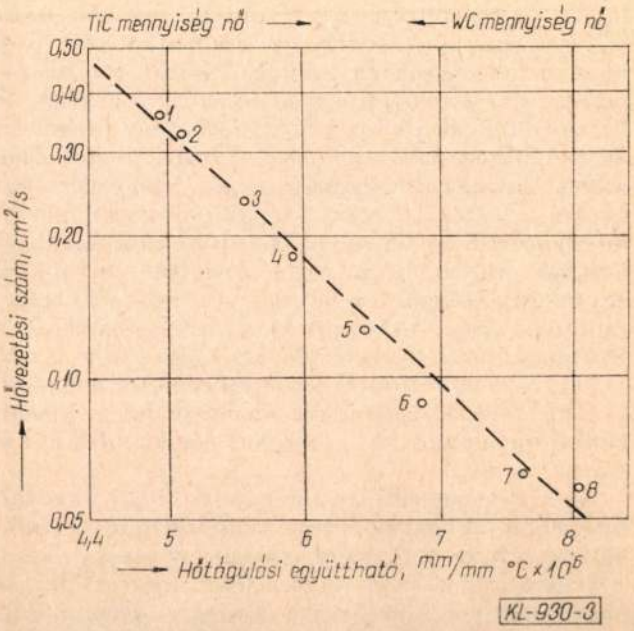
Sokkal célszerűbbnek bizonyult ezért az összehasonlítás. Egyébként azonos kísérleti körülmények között ugyanis a felmelegedést jellemző mérőszámok aránya szabatosan jellemzik a hővezetési számok arányát. A szakirodalomban a színfémek hővezetési tulajdonságai jól ismertek. Célszerűen kiválasztott színfémekből ezért ugyanolyan méretű és beágyazású próbákat készítettünk, mint amelyek a vizsgálandó anyagokból a rendelkezésünkre álltak. Azonos körülmények között ezeken is meghatároztuk a felső véglap felmelegedésének időbeli változását.

A felmelegedésre jellemzőnek azt az időtartamot tekinthetjük, amely a próbák felső véglapjának 25 °C-ról 45 °C-ra való felmelegedéséhez szükséges. Ilyen mérések eredménye alapján megszerkesztettük a *2. ábrán* látható hitelesítő diagramot. Ezen az alkalmazott mérési elrendezésre és az adott próbaméretekre vonatkozóan, általános érvénnyel leolvasható bármely próba hővezetési száma a 25—45 °C közötti felmelegedési idő mért nagysága alapján. — Ellenőrző mérések során kitűnt, hogy az eredmények nagyon jól reprodukálhatók.

Módszerünket először egy ipari kutatási feladat megoldásában hasznosítottuk. Az *1. táblázat* példa-



2. ábra. Diagram a hővezetési szám meghatározásához; az 1. ábrán bemutatott elrendezés, és $4 \times 4 \times 20$ mm méretű próbák esetén érvényes



3. ábra. Különböző keményfémek hővezetési száma és hőtágulási együtthatója közötti összefüggés

1. táblázat

Keményfém-próbák kristálytani összetétele, hőtágulási együtthatója és hővezetési adatai

Sorszám	Fontosabb fázisok		β-Co	Hőtágulási együttható (20—900 °C) · 10^{-6} · mm/mm °C	Melegedési idő 25—45 °C	Hővezetési szám, k cm^2/s
	WC	TiC				
1	***	—	*	5,00	13	0,35
2	***	—	*	5,13	14	0,33
3	**	*	*	5,55	20	0,237
4	**	*	*	5,80	27	0,188
5	*	**	*	6,35	48	0,128
6	*	**	*	6,75	102	0,090
7	—	***	**	7,55	360	0,064
8	—	***	**	8,15	330	0,065

Megjegyzés: — nem mutatható ki, * mennyisége kevés ** mennyisége közepes, *** mennyisége nagy

képpen néhány, keményfémlapkából kivágott próbatesten elért eredményt foglal magában. A kristálytani összetételt *Varga László* okl. gépészmérnök közreműködésével, röntgendiffraktométeres módszerrel; a hőtágulási együtthatókat a Vasipari Kutató Intézetben kifejlesztett, villamos regisztrálású dilatométerrel határoztuk meg.

A vizsgált keményfémekkel kapcsoltban megállapítottuk, hogy egyértelmű kapcsolat van a hőtágulási együtthatójuk, és a hővezetési számuk között. A *3. ábrából* kitűnik, hogy minél több a TiC mennyisége a WC-hez képest, annál nagyobb a keményfém hőtágulási együtthatója, illetve annál rosszabbul vezeti a hőt.

Az ismertettt módszer rendkívül egyszerű, érzékeny és könnyen megvalósítható. Kézenfekvően felhasználható ezért nemcsak a fémes anyaok hővezetési számának meghatározására, hanem ezen keresztül egyéb tulajdonságok szempontjából való minősítésekben is. Keményfémek karbidjainak arányát például sokkal gazdaságosabban lehet így meghatározni, mint a drágább és időigényesebb diffrakciós eljárásokkal.

Oxigénbefúvatás hatása az Maerz-Böhlens kemencék fajlagos tűzállótégla felhasználására

FARKAS FERDINÁND okl. kohómérnök
Kohászati Gyárépítő Vállalat

DK 669.184.13 : 666.764

A tanulmányban a szerző a Maerz-Böhlens kemencék jellemző faltípusait, falazó anyagait és ezek elhasználódásának okait ismerteti. Részletesen kitér a tűzállóanyagokra kifejtett üzemközbeni különböző behatásokra és ismerteti az elhasználódás mechanizmusát.

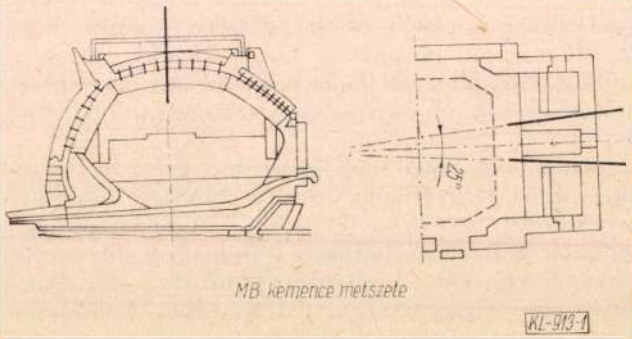
Bevezetés

Az SM-kemence klasszikus kivitele szerint részben az első, de különösen a hátsó fal rézsűs kivitele miatt a nagyboltozat fesztávolsága nagyobb, mint a függőleges falakon. Ez a kiviteli mód szükséges, mert a kemenceápolási munkák során rosszul tapadna a falakra és környékére szórt őrlemény. A hátradűlő falak révén jobb az őrlemény tapadása, de a szükségesnél nagyobb boltozati fesztávolság miatt nagyobb a téglafogyasztás. Ezenkívül a nagyobb felső térben rossz a lángkihasználás, mert a kiszélesedő felső térben a láng jobban kitágul. Az osztrák *Maerz*-cég a belga *Boehlens* mérnökkel együtt az SM-kemence hátsó és első falát fél magasságuktól visszafordította és ezzel a lángnak és a füstgáznak áramlástechnikailag helyes utat biztosított, ezzel a boltozati téglaszükségletet 30%-kal, a láng jobb kihasználása révén pedig a tüzelőanyagfogyasztást 20—30%-kal csökkentette *(1. ábra)*.

Az MB-kemencék további előnye, hogy az oldalfalakról a hősugárzás nem a boltozat felé történik, hanem a fürdő felületére, miáltal egyrészt csökken a boltozat felesleges hőterhelése, másrészt nő az oldalfalakról a fürdő felé átadott hőmennyiség.

Az acélgyártó kemencék különböző tűzállófalazati részei az egyszerű hőigénybevételen túl a hőingadozásnak és a betét romboló hatásának vannak kitéve. A jelzett hármas igénybevétel mértéke és arányai a kemence üzemmódjával függenek össze. Az acélgyártás fejlődése során a termelékenység növelése és a minőség javítása érdekében oxigént álkalmaznak az eljáráshoz. A kemence építésénél, karbantartásánál és üzemeltetésénél az átalakítási költség és a naptári időre vonatkoztatott termelékenység együttes gazdaságosságának kell döntőnek lennie. A tűzállófalazati tartósság mindenáron való növelése ezért nem kizárólagos feladat, bár a mindennapok vetületében látszólag ilyen törekvések fedezhetők fel, holott az alkalmazott tűzállóanyagok viszonylag szűk skáláján belül történik kísérletezés.

Az oxigénes technológia bevezetésével az acélgyártásban fokozódó falazati elhasználódás jelentkezik, melynek mérséklésére jobb, esetleg drágább



1. ábra. MB-kemence metszete

minőségű anyagok felhasználása általános. A falazatok kialakításában azonban az igénybevétel jellegét szükséges elsősorban figyelembe venni. Az oxigén használata az acélgyártásban nem véletlen, hiszen a gyártás teljes folyamatának döntő része oxidáció. A tüzelés pedig, mely a termelékenységet alapvetően meghatározza, rengeteg oxigént igényel. Az oxigénellátás legkedvezőbb formája az, amikor az oxigént tisztán (nem ércben, vasoxid alakjában, illetve a levegőben nitrogénnel 4—5-szörösen felhígítva) tudjuk a gyártáshoz biztosítani. Ezáltal ugyan is a fiziko-kémiai folyamatok gyorsíthatók, a lánghőmérséklet növehető, és az égéstermékek (füstgáz) hőtartalma csökkenthető. A gyakorlati eredmény a nagy kemenceteljesítmény és a jó acélminőség.

Az MB-kemence általános felépítése (Dunai Vasmű adatok)

Az MB-kemence három fő részből áll:

1. Kemence felsőrész
2. Kemence alsórész
3. Kémény

*Kemence felsőrész*nek a kemence munkapódium feletti részét nevezzük. A kemence felső része a következő részekből áll:

a) 17 főboltozat szegmens
b) 10+1 hátsófal szegmens
c) 25 ajtóboltozat szegmens
d) 8 elsőfal pillér szegmens
e) 2 salakpillér szegmens.

A szegmenstéglák anyaga magnezitkróm (MgCr) tégla. Ezek kémiai kötésű, lemezburkolatú függesztett kövek.

Hátsófal: Magnezit (Mg)-téglából épül, a kemence keresztirányú metszetében a legmélyebb pontján helyezkedik el a csapolónyílás.

Elsőfal: Mg-téglából épül és a szegmenseket zárja alá.

Fenék: Mg-téglából épül, a felsősora a *roller* (álló soros falazási móddal van lezárva).

Az Mg-tégla falazat felett döngölés helyezkedik el. A fenék falazata és a rajta lévő döngölés úgy van kiképezve, hogy az minden irányból a csapolónyílás felé lejtsen.

Tűzhidak: Mg-téglából épült falrész, a munkatér felőli részen a falazti tégla KRESZBI rendszerű, vagy kátrányos döngöléssel van borítva.

Tükörfalak (tűzfal, végfal): Kémiai kötésű, lemezburkolatú téglából épült falrész, melynek felső része a kemence munkatere felé dőlt (15°).

Felszálló aknák: Oldalanként két-két felszálló akna van, ennek méretei aknánként 1300×1340 mm. A két felszálló aknát egy alulról nézve domború vasszerkezetre felfüggesztett, fordított boltozat választja el egymástól.

Ajtókeretek és ajtók: A kemencék berakását biztosítják. Az ajtókeret legfontosabb feladata a kemence tőzálló falazatának védelme az ütésektől, valamint az ajtók zárási síkjának biztosítása.

A végfalba a tűzhidak felett van beépítve a *tüzelő berendezés.*

Kemence alsórész

Salakzsák feladata: a füstgázokban lévő szállóporok leválasztása.

a) Salakzsák boltozat: kémiai kötésű lemezburkolatú téglából sík, ill. alulról nézve domború függesztett boltozat.

b) Salakzsák oldalfal: Cr-Mg-téglából, ill. Dunit-téglából épült.

c) Salakkamra fenék: Anyaga: nyersdolomit.

A salakzsák és fenék építőanyaga a tűztértől távolabb eső részen samott, illetve szigetelő tégla.

Rácskamra:

a) *feladata:* A kemencéből a füstgázzal távozó hőmennyiség egy részének hasznosítása égéslevegő előmelegítésére (regeneráció)

b) *boltozata:* Vegyi kötésű, lemezburkolatú, függesztett téglából épült sík boltozat.

Rácskamra oldalfal: A hőigénybevételtől függően MgCr, Dunit, ill. Sk 34-es samott-téglából épül

Regenerátor-rács: A rácsozat anyaga a hőigénybevételtől függően MgCr, Dunit, Sk 35-ös és Sk 34-es samott-tégla. A rácsozat a rácstartó falakon, ill. ezek boltozatán (sípokon) nyugszik. A regenerátor rácsokhoz csatlakoznak a füstcsatornák.

A füstcsatornák feladata: A füstgázok elvezetése a regenerátoroktól a kéményhez, ill. a füstgázkazánhoz a lehúzati oldalon, valamint a tüzelési oldalon az égéslevegő bevezetése a regenerátorokban.

A füstgázkazán feladata: A füstgázokkal távozó hőmennyiség egy részének hasznosítása.

Kémény feladata: A kemence tüzeléséhez szükséges huzat biztosítása. 75 m magas lemezköpenyű, samotttégla bélésű, önhordó kémények.

Különféle hatások a tűzálló anyagokra

A kemencébe bevitt anyagok a kemence főbb részeire, tehát a falazatra, a kemencefenékre és a rácsozatra kétféle hatást fejtenek ki: *fizikai* és *kémiai* hatást.

Mechanikai vagy fizikai hatás

A hulladék: Ha csapolás után nincs kellően visszahűtve és szálas nehéz, vagy éles hulladék kerül a fenékre, akkor az a fenék lágy részét felvágja és acél kerül a beégett részek alá. Ez a feneket gödrösíti. Ha a hulladék hosszú sín, vagy egyéb tartóvasakból áll, akkor könnyen előfordul, hogy a berakódaru ezeket a hosszú vasakat a falazat egyes részeihez nyomja és a falazat rongálódását megindítja. A hulladékkal rosszul rakott kemencében a láng nem tud egyenes vonalban haladni, hanem a boltozatra, ill az első vagy hátsó falra ver, ami igen káros a falazat tartóssága szempontjából.

Szállóporok hatása: Miből keletkezik szállópor? Fémgőzök, bauxit, érc, mész és fenékjavító anyagok poros részéből, de sok por keletkezik a hátsófal szórásakor is. Ezek az igen finom por-részek a lehuzati oldalon át a salakkamrákon keresztül jutnak el a rácsokra és azok nyílásait eltömik. Ez a szállópormennyiség igen nagy. A szállópor a rácsok eltömődésének, a huzat romlásának leggyakoribb okozója. A salakzsákok szerepe itt igen fontos. A nagy sebességgel áramló füstgáz, amely telítve van porrészecskékkel, a salakzsákhoz érve a szelvény-

változás következtében lelassul és leadja portartalmának nagy részét. Az átbukón keresztül haladva, ahol sebessége ismét megnő, a rácsokhoz ér és mivel itt ismét szelvényváltozás történik, mely sebességváltozással jár, a füstgáz a maradék portartalmát leadja, amely a nagy hőmérséklet következtében salakká ég össze. Egy oxigénes befúvással dolgozó MB-kemence szállópor elemezésének adatai:

Fe_2O_3	89,1%
FeO	1,9%
SiO_2	0,9%
Al_2E_3	0,5%
CaO	0,9%
MnO	0,6%
P_2O_5	0,5%
S	0,4%
Alkáliák	1,4%

Kémiai hatások

Érc: A kemencébe kerülő érc mennyiségét a nyersvas arány határozza meg. Az ideális arány 50% nyersvas, 50% hulladék volna. A DV-ben ez az arány eltolódik és 62—63% a nyersvashányad. Ez a változás természetesen magával hozza nagyobb mennyiségű érc felhasználását. Az ércben lévő SiO_2 tartalom pedig több mészkő, ill. mész hozagolását kívánja meg. A nagy salakmennyiség, amely a beolvadás időpontjában erősen savanyú kémiai hatású, a bázikus falazat legnagyobb ellensége. Ezért célszerű ezt a savanyú salakot leengedni. A nagy mennyiségű salak megolvasztása és melegen tartása igen sok hőt igényel.

Az acélnál általában 120—140 °C-kal melegebb salak, ha nem eléggé bázikus, a falazatot nagyon rongálja. Ez a forró salak a metallurigiai folyamatok közben nincs nyugalmi állapotban. Az erős fövés ideje alatt, s később is, a salak a botozatra fröccsen, a boltozatot és a kemence egyéb, salakkal érintkező tűzálló bélését megtámadja.

A salak a boltozattéglával reakcióba lép, kémialag átalakult réteg keletkezik, amely nem ellenálló már a hőmérséklet ingadozással szemben, és lepattogzik. Így rétegekben válik le a boltozattégla.

A lángból eredő hatások

A bázikus kemencefalazatot a vele érintkezésbe kerülő FeO és SiO_2 molekulák támadják meg elsősorban. Ezen salakalkotók falazattal való kapcsolata a kemencefenéken és a közvetlen oldalfalakon egyértelmű, az egyéb falazati részeken a füstgázáram közvetítésével jön létre. Az egyébként optimális gyártási technológia mellett (kellő salakbázicitás, megfelelő nyersvasbeöntési idő, stb.) a tüzelés technolóiája, a láng fizikai tulajdonságai és az oxigénbevitel módja az, ami meghatározza a füstgázáramba, ill. azon keresztül az egyes falazati részekre jutó szállópor és salakszemcse mennyiségét. Fentiek után világos, hogy ebből a szempontból elsősorban a láng fizikai tulajdonságait és az oxigén befúvás módját kell vizsálat tárgyává tenni.

A láng fizikai tulajdonságait, a térbeli helyzetén túl elsődlegesen energiája határozza meg. A lángenergiát kalória egységre jutó lángimpulzus nagyságával szokás kifejezni, mely nem más mint az a lökőerő, melyet a kiáramló tüzelőanyag sugár rögzített égőre kifejt. A lángimpulzus jól méretezett *Lawell*-fúvókás égőnél teljes egészében a kilépő tüzelőanyagsugár sebességi energiájaként áll elő. A csak konvergens égővégződéseknél a hanghatár sebességi energiája is az efeletti nyomási energia összege eredményezi a lángimpulzust. Az általánosságban elterjedt földgáz-olaj tüzeléseknél szinte kizárólag *Lawel*-fúvókás égőket alkalmaznak, biztosítva ezzel a kilépő sugár maximális sebességét és így az áramlási hőátadás jó érvényesülését.

Oxigénbefúvatás nélkül is a kemencék ma már nagy fűtőértékű tüzelőanyagokkal és viszonylag nagy lángimpulzusokkal dolgoznak. Berakás alatt 2, a folyékony adagperiódusokban $1—1{,}5 \cdot 10^6$ kcal az impulzus, mely már viszonylag jelentős salakfröcskölést eredményez. Ez utóbbi az oka elsősorban annak, hogy a kemence végfalak viszonylag kis tartósságúak.

Oxigénes üzemben az oxigén bevitele a végfal felől, mely kisebb-nagyobb mértékben a lángtól függetlenítve van, mindenképpen összimpulzus csökkentést eredményezett. Mivel azonban a végfal felől az oxigénhasználat a berakás és melegítés alatt történik, az üzemek zömében fokozott felfröccsenéssel csak akkor kell számolni, ha az oxigén adagolás a betét erősebben olvadt állapotában is történik (késői nyersvasbeöntés).

Nem felfröccsenés jellegű, de a falazat igénybevételére hatást fejt ki a füstgázárammal távozó FeO-por. Ez a FeO fokozza a falazat korrodálását, azonban ekkor a viszonylag alacsony falhőmérséklet miatt hatása a falazat tartóssága szempontjából nem döntő.

Gázok és gőzök vegyi hatása

Magas hőmérsékleten a fémeknek, az oxidoknak és a sóknak akkora lehet a gőznyomása, hogy gőzük a falazatot megtámadja. Az alkáli gőzöknek a magnezit kitűnően ellenáll. A gőzállapotú anyag a falazat anyagával olvadékot képez, tehát korróziós jelenségről van szó. Korróziót okoznak gyakran az oxidáló és redukáló gázok. Vasban dús, krómércet tartalmazó tűzálló anyagokban oxidáló atmoszféra hatására a ferrokromitból Fe_2O_3 és Cr_2O_3 keletkezik és ezek egymással elegykristályokat alkotnak.

Redukáló légkörben a Fe_2O_3 FeO-dá redukálódik és ismét ferrokromit keletkezik. Ennek során pórusképződés miatt erős kiterjedés mutatkozik a szövetszerkezetben és a téglák idegen FeO beszivárgása nélkül is lepattogzanak (*bursting* jelenség). 14%-nál kevesebb FeO-t és 3%-nál több SiO_2-t tartalmazó krómércekből készült gyártmányok ilyen érzékenysége már csekély. CO tartalmú kemencelégkörben a tűzálló anyagban a $2CO \rightarrow CO_2 + C$ reakció folyamán lerakodó elemi karbon a szövetszerkezetet fellazítja, sőt teljesen szétmorzsolhatja (acélgyártásnál azonban ezzel a hatással nem kell számolni).

A szénhidrogének hatása valószínűleg a krakkolódásuk során lerakodó elemi karbonnak tulajdonítható. Korróziós hatást okozhat a SO_3 és O_2 jelenlétében a SO_2. Termodinamikai megfontolásokkal kimutatható, hogy a korróziót ilyenkor a Na_2SO_4, vagy kondenzálódó olvadéka okozza. A SO_3 és a SO_2 viszonylag kis koncentrációban erősen korrodálja pl. a samottot, ha azzal a füstgáz har-

matpontja alatti hőmérsékleten érintkezik. Ekkor a samottfalazaton kondenzálódó víz a gázból SO_3 és SO_2 oldása közben kénsavat és kénessavat képez, amely a samottból Al_2O_3-ot old ki.

Különösen veszélyes a magnezit gyártmányok hidratálódása, amely közönséges hőmérséklettől egészen mintegy 400 °C-ig mehet végbe. Főként a gyengén égetett, rosszul kristályosodott MgO alakul át gyorsan $Mg(OH)_2$-dá, és a gyártmány az ezzel járó térfogatnövekedés hatására szétmorzsolódik. A gyártmány ellenálló képessége vízzel szemben a nyersanyagként felhasznált szintermagnezit előzetes, majd a formatestben való másodszori égetésének hőmérsékletétől és időtartamától, vagy a szinterelés mértékétől függ.

A hidratálódás veszélye miatt a magnezit gyártmányokat száraz, fedett helyiségben kell tárolni.

Ellenállóképesség vegyi hatással szemben

A tűzálló anyagok legpusztítóbb hatású igénybevétele a magas hőmérsékletű vegyi hatás. A vegyi hatás legjellegzetesebb okozója az olvadt anyag, de hasonlóan súlyos következményekkel járhat egyes szilárd anyagok hatása, továbbá gázok és gőzök is tönkretehetik a tűzálló anyagokat. A pusztító hatás a hatóanyag és a tűzálló anyag összetételétől, fizikai tulajdonságaitól és a hatás körülményeitől függően különféle módon nyilvánulhat meg. A tönkrementel legáltalánosabb módja, hogy a szilárd, folyékony vagy gőznemű hatóanyagal érintkező tűzálló anyagból vegyi reakció következtében olvadék keletkezik és az anyag eredeti rendeltetésének már nem felel meg.

A folyékony reakciótermék a megtámadott felületről lecsurogva a vegyi hatás számára újabb és újabb támadási felületet szabadít fel. A folyékony reakciótermék, vagy a maga folyékony hatónyag a tűzálló anyag pórusaiba szívódva pusztító hatását most már a falazat belsejében is kifejti. Az átitatott anyag eredeti szerkezetét megváltoztatja, hőkiterjedési együtthatója az ép anyagétól eltérő lesz, és ezért hőmérsékletváltozások alkalmával olyan feszültségek jönnek létre, amelyeknek hatására az anyag felületéről kisebb-nagyobb darabok leválnak. A szorosan vett vegyi hatás okozta pusztítás — a korrózió — gyakran koptató hatással párusulva bemaródás (erózió) alakjában mehet végbe.

Az elhasználódás mechanizmusa

A vegyi hatás általában akkor a legerősebb, amikor a tűzálló anyagot folyékony anyag támadja meg, vagy amikor a hatóanyag szilárd ugyan, de a tűzálló anyaggal olvadék keletkezése közben reagál. Annak, hogy korrózió jöjjön létre, több feltétele van, mégpedig:

1. a hatóanyag a tűzálló anyaggal érintkezzék,

2. a hatóanyag egy vagy több alkotórésze közötti vegyi vagy oldási affinitás legyen, tehát a két anyag egymással a tűzálló anyag összetételének megváltozása közben reagáljon, végül

3. a reakció észrevehető sebességgel menjen végbe.

Az első nem, ill. alig teljesül, ha a folyékony hatóanyag a tűzálló falazatot nem, ill. gyengén nedvesíti. A tűzálló anyagokat a legtöbb olvadt hatóanyag (fém, salak) jól nedvesíti, tehát a korrózionak ezt a feltételét azzal lehet elkerülni, hogy a tűzálló falazat exponált felületét olyan védőbevonattal látjuk el, amelyet a folyékony hatóanyag kevéssé nedvesít. Legjobban az olyan hatóanyag nedvesíti a szilárd anyagot, amelynek felületi feszültsége az utóbbiéhoz közel áll.

Mivel a fémek és az olvadékok felületi feszültsége általában nagy, a védőbevonat a legkevésbé olyan anyagokból készíthető, amelyek felületi feszültsége kicsi. Ilyenek a bór, az alkáliák, az ólom, a vanádium és a molibdén oxidjai és oxidtartalmú sói. A vanádium és a molibdén oxidjai és sói tűzállók, tehát ilyen bevonatok készítésére alkalmasak, s ezek hatására az olvadék a tűzálló anyag felületén nem terjed szét, hanem különálló cseppek alakjában helyezkedik el.

Az olvadék szintje alatt az érintkezés természetesen elkerülhetetlen, de az olvadék a falazat kapilláris pórusaiba nem hatol be, mert domború meniszkusza miatt a kapilláris nyomás a hidrosztatikai nyomás ellen működik. A nedvesítés mérvére az olvadék cseppjének a szilárd felülettel alkotott peremszöge jellemző. Minél kisebb a peremszög, annál jobban nedvesíti az olvadék a szilárd anyagot. A peremszögre, vagyis a nedvesítés mérvére a hőmérsékletnek és a környező légkör összetételének hatása van. A hatóanyag és a tűzálló anyag érintkezését olyan védőréteggel is meg lehet akadályozni amely maga korrodálódik ugyan, de időről időre felújítható, és így a hatóanyagot a tulajdonképpeni falazattól jól-rosszul távol tartja.

Ilyen védőbevonatokat különösen szakaszosan működő berendezésekben lehet előnyösen alkalmazni. Ekkor a korrózió nem szűnik meg, hanem színhelye a falazati anyagról a védőbevonatra helyeződik át.

Az érintkezés és vele együtt a korrózió gyakorlatilag megszűnik, vagy legalábbis tetemesen csökken, ha a keletkezett reakciótermékek a reakció színhelyén maradnak és szilárd halmazállapotúak, vagy annyira viszkózusak, hogy a hatóanyag diffúziója rajtuk keresztül nagyon lassú.

Az érintkezés akkor válik állandóvá és akadálytalanná, ha a reakciótermék hígfolyós olvadék, amely az érintkező felületről könnyen lefolyik és a hatóanyag számára újabb és újabb felületet tesz szabaddá. Mivel a korrózió heterogén reakció, pusztító hatása annál nagyobb, minél nagyobb felületen támad. Nyilvánvaló, hogy amíg a teljesen tömör falazati anyagot a hatóanyag csak külső felületén támadhatja, addig az olyan tűzálló anyag, amely pórusain át az olvadéknak utat nyit, sokkal nagyobb támadási felületet nyújt a reakció számára, tehát gyorsabban megy tönkre. Minél viszkózusabb az olvadék, nagyobb a felületi feszültsége és szűkebb, kevesebb pórusa van a tűzálló anyagnak, annál lassúbb a korróziós folyamat. A pórusokra szívódó hatóanyag különösen gyors pusztulást okoz, ha a tűzálló anyag felületmenti rétegét átitatva hőtágulási együtthatóját növeli és hőmérsékletváltozáskor a már említett leválásokat okozza. Ekkor a pusztulás közvetlenül termikus feszültség következménye ugyan, de a korróziós folyamattal

együttesen végbemenő és azzal egymást kölcsönösen elősegítő folyamat.

A korrózió létrejöttének második feltétele a hatóanyag és a tűzálló anyag, helyesebben annak egyes alkotórészei közötti affinitás. A legtöbb tűzálló anyag heterogén összetételű mesterséges kőzet, vagyis különböző összetételű alkotórészekből áll.

A magnezit és a krómmagnezit gyártmányok a vegyileg nagyon ellenálló *periklász* vagy *spinel* szemcséken kívül üveges beágyazó anyagot tartalmaznak. Ez utóbbi a bázisos olvadékkal az előbbieknél könnyebben reagál. Korrózió tehát akkor is létrejön, ha a hatóanyag a tűzálló anyag szövetszerkezetének egyes alkotórészeit támadja meg, a szövetszerkezet ezzel megbomlik, az ellenálló szemcsék kötése megszűnik. Az olvadék hatása főként abban nyilvánul meg, hogy a tűzálló anyagot teljes egészében, vagy egyes alkotórészeit oldja.

Szilárd reakciótermékek keletkezésekor a szövetszerkezetet ezek is fellazíthatják, ha térfogatuk a kiinduló anyag térfogatánál nagyobb. A vegyi affinitás kérdését régebben meglehetősen általánosítva ítélték meg. Az affinitás azonban nem általánosítható. Ezt a kérdést a hatóanyag és a tűzálló anyag alkotóiból álló rendszer sajátos fázisegyensúlyi viszonyai döntik el.

Az érintkezés és az affinitás a korrózionak előfeltételei, a korrózió adott viszonyok közötti lefolyásának gyorsaságát azonban a reakciósebesség szabja meg. Még abban az esetben is, ha a hatóanyag a tűzálló anyagot oldja, vagy vele olvadékot hoz létre, a korróziós folyamat viszonylag lassú lehet, ha reakciósebesség csekély.

Ennek különösen akkor van jelentősége, ha a vegyi hatás időszakos. A tűzálló anyag oldódásának sebességét meghatározó folyamat a tűzálló anyag molekuláinak, ionjainak diffúziója az olvadékban.

A diffúziósebesség annál nagyobb, minél nagyobb a koncentráció-grádiens a tűzálló anyag felülete felől az olvadék belseje felé, adott koncentráció-grádiens esetén pedig minél kisebb az olvadék viszkozitása.

A koncentráció-gradienst az oldódó alkotórészeknek az olvadékbeli eredeti koncentrációján kívül a diffúziós réteg vastagsága szabja meg. Diffúziós rétegnek elsősorban a falazat felületén tapadó olvadékréteg tekinthető. Ez annál vastagabb, minél viszkózusabb az olvadék és lasabban áramlik a falazat mentén.

Az olvadék viszkozitása tehát egyrészt azzal hat a diffúzióra, hogy növekedésével nő a diffúziós réteg vastagsága, tehát csökken a koncentráció-grádiens, másrészt azzal, hogy növekvő viszkozitással csökken a diffúziósebesség. Mivel az olvadék viszkozitása emelkedő hőmérséklettel csökken, a falazat hőmérsékletének emelése a korróziót gyorsítja.

A hőmérséklet növelésével a diffundáló molekulák és ionok mozgékonysága adott viszkozitáson nő, tehát a magasabb hőmérséklet a korróziót ennek révén is gyorsítja. A reakciósebesség szempontján kívül ezért is célszerű a falazatot lehetőleg alacsony hőmérsékleten tartani, mert ezzel a fázisegyensúly a szilárd fázisok javára tolódik el. A hőmérséklet csökkentésének további előnye, hogy az olvadék felületi feszültségét a falazat mentén növeli és ezzel az olvadék behatolását a pórusokba megnehezíti.

A korrózió elleni védelem szempontjából tehát kívánatos a hatóanyagnak kitett falazatot minél alacsonyabb hőmérsékleten tartani.

A korrózió három feltételének teljesedésére és ezzel a korrózió pusztítás mérvére a következő tényezők és körülmények vannak tehát hatással.

a) A tűzálló falazat külső és pórusfelületének nedvesedése a hatóanyaggal.

b) A tűzálló anyag pórusszerkezete és áteresztő képessége. Ebből a szempontból fontos, hogy a formatestek esetleges rétegződése a falfelülethez képest milyen irányú.

c) A reakciótermékek helybenmaradása vagy távozása. Ezzel kapcsolatban hátrányos, ha a reakciótermék hígfolyós olvadék és ha a folyékony, vagy szilárd hatóanyag a falazat mentén mozgásban van.

d) A hatóanyag és főként falazat hőmérséklete. Minél alacsonyabb a reakciótér hőmérséklete, annál kevesebb olvadék keletkezik az adott rendszerben, és annál kisebb a reakciósebesség.

e) A falazat hőmérsékletén a hatóanyagból és a tűzálló anyagból létrejövő komplexumok fázisegyensúlya.

f) A tűzálló anyag szövetszerkezetének homogenitása. Ha a szövetszerkezet egyes alkotórészei durva diszperz eloszlásban vannak és különböző reakcióképességűek, akkor a hatóanyag a legreakcióképesebb alkotórész elpusztításával az egész szövetszerkezetet megbontja.

A magnezit és krómmagnezit ellenállóképessége

A magnezit az olvadéknak annál inkább ellenáll, minél kisebb CaO és SiO_2 tartalma. Kívánatos, hogy CaO tartalma 2%-nál lehetőleg kisebb legyen. Ilyenkor ugyanis a MgO a vasat $MgO \cdot Fe_2O_3$ alakjában köti meg, és olvadék csak igen magas hőmérsékleten keletkezik. Ha a CaO tartalom SiO_2, FeO_3 és Al_2O_3 jelenlétében ennél nagyobb, akkor további vasmennyiség hatására alacsony olvadáspontú eutektikumok valamelyike képződik, és a magnezit viszonylag gyorsan elhasználódik. 2%-nál nagyobb CaO tartalom mellett a magnezit kovasavas salakok hatásának is kevésbé áll ellen, mert az érintkezés helyén létrejövő rendszer a *merwinit* ($3CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$) vagy a *monticellit* ($CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$) kristályosodási tartományába kerülhet, amelyek eutektikumai alacsony olvadáspontúak.

Különös módon nyilvánul meg a vasnak a kromitra és a krómmagnezitre kifejtett pusztító hatása. Ez a folyamat nem tartozik szorosan véve az olvadékok, vagy olvadékképző szilárd anyagok okozta vegyi hatás példái közé, mivel a pusztulást okozó folyamat szilárd vasoxid hatására is végbemehet, ha krómoxidtartalmú (Cr_2O_3) tűzálló anyaggal bensőségesen érintkezik, anélkül, hogy olvadék egyáltalába keletkeznék. Az üzemi gyakorlat során azonban a vasoxid különösen akkor okoz gyors tönkrementelt, ha olvadt állapotban van jelen, mi-

vel így a krómoxid tartalmú anyaghoz könnyen hozzáférkőzik és azzal gyorsabban is reagál, mint szilárd állapotban. A vas stabil oxidja 1290 °C felett a magnetit (Fe_3O_4), amely szerkezetileg ferro-ferrit ($FeO \cdot Fe_2O_3$) vagyis *spinel*, és mint ilyen, a krómérc spineljével, a *ferrokromittal* ($FeO \cdot Cr_2O_3$) és a *magnéziumkromittal* ($MgO \cdot Cr_2O_3$) elegykristályokat alkot. Ez a folyamat jelentékeny térfogatnövekedéssel jár, a magnetit által megtámadott kromit, vagy krómmagnezit felfúvódásszerűen megduzzad, és szövetszerkezete ennek következtében fellazul és szétesik.

Ezt a jelenséget nemzetközileg az angol *bursting* szóval jelölik. Az elegykristály képződéssel járó jelentékeny térfogatnövekedés az ásványi anyagok közül a *spinelek* sajátossága, amelyet nem kísér a fajsúly megfelelő mérvű változása, hanem számottevő pórusképződés.

Ennek az a magyarázata, hogy a kölcsönös elegykristály képződésekor az iondiffúzió nem azonos sebességgel megy mindkét irányban végbe, és ezért az elszegényedő fázisban házagok keletkeznek, a dúsuló fázis viszont kiterjed.

A kemencékbe épített kromit és krómmagnezit *bursting*-je kétséget kizáróan a Fe_3O_4 hatásának tulajdonítható. Sem a FeO, sem a Fe_2O_3 változatlan alkjában nem okoz *burstinget*. Ez csupán az előbbi részleges oxidációjakor, vagy az utóbbi részleges redukciójakor, ill. magas hőmérsékleten oxigénleadás alkalmával jön létre.

Ma már készül olyan krómmagnezit, amely *bursting*-et nem, vagy legalábbis csak elviselhető mértékben szenved. Ezt a következők révén érik el:

a) Szintermagnezit adagolása krómérchez (krómmagnezit). Ezzel a *krómspinel* tartalom csökken, egyben azonban a gyártmány hőmérsékletváltozás állósága romlik.

b) A masszából a finom krómércőrleményt eltávolítják, helyette beágyazó anyagként finom szemcséjű szintermagnezitet használnak; a krómércnek csak kevésbé reakcióképes, durvább szemcséit használják fel a masszában.

c) Olyan krómérceket használnak, amelyek szemcséi geológiai múltjuk során nem szenvednek erős összenyomódást és hasadozást.

d) Bizonyos mennyiségű kovasavtartalmú meddő — főként *szerpentin* — meghagyása a nyers krómércben. A késztermék 3—6%-nyi SiO_2 tartalma előnyös, ennél több a tűzállóságot erősen rontja. A szilikátok a krómkristályok felületén védőbevonatot alkotnak.

e) A gázáteresztő képességet megfelelő szemcseszerkezettel csökkentik.

Az olvadékképződéssel járó vegyi hatással kapcsolatban meg kell említeni, hogy a különböző fajtájú tűzálló anyagok összefalazásakor figyelemmel kell lenni arra, hogy üzemi hőmérsékleten olvadékképződés közben reagálnak-e egymással. 1400 °C körüli hőmérsékleten a magnezit és a samott érintkezési helyén olvadék képződik, ezért a kétféle anyag közé kromitréteget szoktak falazni.

IRODALOM

[1] *Balsay István:* Vaskohászati enciklopédia VII/1. 1970.

[2] *Szabó László:* Vaskohászati enciklopédia III./1. *1962.* A vaskohászat tűzálló építőanyagai.

[3] *Sövegjártó János:* Vaskohászati enciklopédia III./2. *1970.* A vaskohászat tűzálló építőanyagai

[4] *Makray—Farkas:* DV. Üzemi Lapja. *1968.* 17—18. sz. A MB kemencékkel szerzett tapasztalatok a DV-ben.

[5] *Schottner Lajos:* Kohászati Lapok. *1969.* 1—2. sz. Oxigén alkalmazása az acélgyártásban.

[6] Neue Hütte: *1957.* 2/3.

[7] Neue Hütte: *1965.* 10. kötet. 5. sz.

[8] Sztaleplavil'noe proizvodsztvo Szerija 6. *1968.* Informácija. No. 7. A fürdő oxigénfuvatásának hatása a tűzálló kemenceboltozat élettartamára.

[9] *Antonov, G. I.:* Szbornyik navcsnih trudov Vipuszk 7. Moszkva. *1963.* Bázikus tűzállóanyagok alkalmazása az SM kemencék regenerátor rácsozataiban.

[10] *Dr. Ing. Bieda, Wladyslaw:* Prace Rady navkowo-Technicznej Huty Im. Lenina. No. 14. A kémiai kötésű MgCr és CrMg anyagokban végbemenő folyamatok.

[11] *Prof. Dr. Kienow, S.:* Die mechanische und chemische Beanspruchung feuerfester Baustoffe Bd 78, Heft 1/1970. Düsseldorf.

Patentozott betonfeszítő huzalok feszültségkorróziós vizsgálata

Dr. KISFALUDY ANTAL okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK.: 669.14.018.29 : 624.012.46

A feszítettbeton szerkezetek gyártásához alkalmazott nagyszilárdságú acélhuzalok jellemzésére általában a szakítószilárdságot, 0,2% maradó alakváltozást előidéző feszültség értékét ($\sigma_{0,2}$ határt), rugalmassági határát, szakadó nyúlását, hajlítgatások számát használják. A tartós terhelés alatti viselkedésnek meghatározására, az utóbbi évtizedben az acélhuzal relaxációs — feszültségkorróziós vizsgálatait szorgalmazzák.

A patentozott feszítőhuzalok feszültségkorróziójának vizsgálati problémái

A fémötvözetek és ezen belül az acélok feszültségkorróziós folyamatának minden részlete még ma sem mondható tisztázottnak. Mindenesetre egy olyan elektrokémiai folyamatról van szó, amelynek eredményeképpen a mechanikai feszültség által aktiváltan kisméretű oldódó anód és relative nagy kiterjedésű passzivált katód keletkezik. A folyamat eredményeképpen a fémben — több tényezőtől függően — inter- vagy transzkrisztallin korróziós repedés keletkezik, ami gyors terjedéssel, rövid időn belül a korrodált darab törését vagy szakadását okozza.

A folyamathoz megfelelő nagyságú felületi húzófeszültség; az illető anyagra veszélyes összetételű, koncentrációjú és hőmérsékletű korróziós közeg és az anyagnak feszültségkorrózióra való hajlama (hőkezelési állapota, feszültség állapota) szükséges.

A feszültség általános értelemben származhat a fémtárgy számítható üzemi terheléséből, de igen gyakran találkozunk a sajátfeszültség miatt bekövetkező feszültségkorróziós káresetekkel is. (Öntési, ill. hidegalakítási feszültség, hegesztett szerkezetek sajátfeszültsége stb.)

A feszültségkorróziós hajlam szokásos vizsgálati módszerei különbözőek, de elvileg két csoportba sorolhatók:

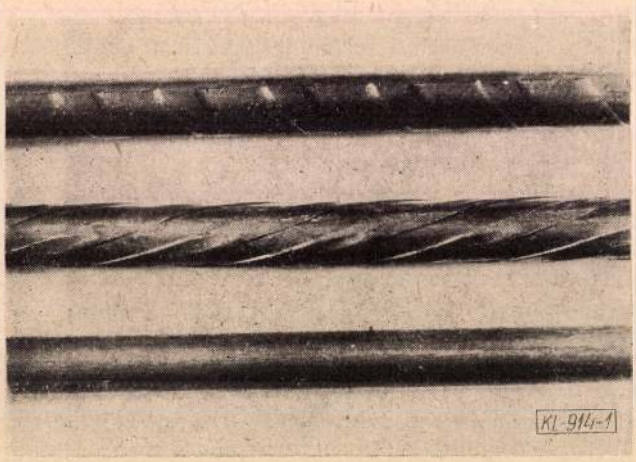
1. A klasszikusnak mondható vizsgálati módszereknél a kísérleti anyag üzemi viszonyait igyekeznek modellezni, tehát az üzemben veszélyt jelentő közeg hatásának teszik ki, legfeljebb koncentrációját és hőmérsékletét, valamint a darabban keltett feszültséget növelik meg a folyamat gyorsítására.

Kényelmi szempontból általában hajlítófeszültséggel terhelt próbákat és forrponton tartott oldatokat használnak. Acélok vizsgálatánál, ha ötvözetlen acélról van szó, többnyire nitrátoldatot, ha pedig austenites saválló acélokat vizsgálnak, kloridos oldatokat használnak, minthogy az illető acélokra feszültségkorróziós szempontból ezek a legveszélyesebbek.

2. Az újabb eljárások nem az üzemi viszonyok modellezésén alapulnak, hanem különböző elrendezésekben (elektrolitokban) műszeres vizsgálatokkal mérik az acél oldékonyságának változását az azt terhelő húzófeszültség függvényében. Pl. a polarográfiához hasonlóan áram-feszültség diagramokat vesznek fel, s azt vizsgálják, hogy a diagramon észlelt töréspontok milyen mértékben tolódnak el (kisebb elektromos feszültség irányában), ha a próbatest mechanikai húzófeszültségét növeljük.

Ilyen módon az acélok korróziójának feszültségérzékenysége határozható meg, s az acélok feszültségkorróziós érzékenységük szerint rangsorolhatók.

Ha a patentozott betonfeszítő-huzalok feszültségkorróziós hajlamát akarjuk vizsgálni, s méréseinket az egyre inkább terjedő profilos huzalokra is ki akarjuk terjeszteni, számos nehézséggel találjuk magunkat szembe. (Az *1. ábrán* sima és különbözőképpen rovátkolt huzalokat mutatunk be.) Profilos huzalok esetén a korróziós szakadás a profilbenyomás helyén keletkezik, a huzal feszültségkorróziós hajlamát a rovátka szűk környezetének feszültségállapota dönti el. Profilos huzalokra tehát az elektrolizáló műszeres méréseken alapuló vizsgálatok, melyek az egész vizsgált felület jellemzését adják, nehezen értékelhetőnek látszanak. Valószínűleg erősen zavarná a vizsgálatokat a huzalok felületén található kenőanyag-hordozók (rezezés, foszfátozás stb.)



1. ábra. A sima és rovátkolt huzalok felülete

Ezért a periodikus feszítőhuzalok vizsgálatára inkább a klasszikus — üzemi viszonyokat utánzó — eljárásokat alkalmazzák. Többnyire forrásponton tartott nitrátoldatokat használnak, a huzalokat pedig hajlító feszültséggel terhelik.

Szovjet tapasztalatok és KGST együttműködés alapján az ÉMI javasolt háziszabványa is ilyen vizsgálatot ír elő: a korróziós közeg 600 súlyrész kalciumnitrát, 50 súlyrész ammóniumnitrát és 350 súlyrész víz. A vizsgálat hőmérséklete forrpont, a feszültséget hajlítással állítják elő.

E vizsgálati eljárás három alapvető hibával bír:

1. A betonban levő korróziós viszonyokat a nitrátoldat nem modellezi. (A nitrátoldat használata történeti okokra vezethető vissza. Az ötvözetlen lágyacélok pl. hegesztett szerkezetek nitrátok okozta töréseinek modellezéséből).

2. A hajlított próbák a betonban levő igénybevételt nem modellezik, emellett patentozott huzalok esetén a hajlított próbák feszültségét gyakorlatilag még sima huzalokra sem tudjuk számítani. Profilos huzalok esetén pedig a próbán levő rovátkák tövében olyan feszültségek keletkeznek, melyek húzóterhelésnél nem is fordulhatnak elő.

3. Figyelembe kell venni, hogy a patentozott huzalok relaxációja a hőmérséklet növelésével igen rohamosan nő, továbbá, hogy különösen hőkezeletlen huzalok esetében — a patentozott termékek relaxációja hajlítófeszültség esetén többszöröse annak az értéknek, melyet húzott próbákon határozhatunk meg. Ezért forrponton, tehát 100 °C környezetében végzett vizsgálatnál a korróziós kísérletekkel egyidőben a huzalt 100 °C-on relaxáltatjuk is. A feszültségkorróziós vizsgálat ezért időben csökkenő feszültség mellett folyik. Nagymértékű relaxáció a próba feszültségét annak kritikus értéke alá süllyesztheti, s így a feszültségkorrózió nem is jelentkezik.

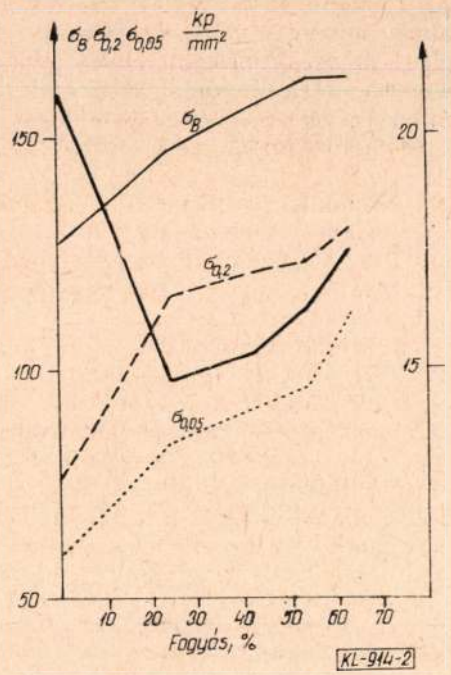
Vizsgálati módszer megválasztása

A feszítőhuzalok vizsgálatának fentiekben részletezett hibáit elemezve, a következő meggondolásokra jutottunk

A korróziós közeg kérdésében — mivel a betonszerkezetekben levő korróziós viszonyokat nem ismerjük — a nitrátoldatok alkalmazását fogadtuk el azzal a megjegyzéssel, hogy a nitrátoldatban vizsgált és szakadási idejük szerint rangsorolt huzalok minősítése csak abban az esetben helyes, ha azok a betonban való viselkedésüket tekintve is ugyanolyan sorrendbe sorolhatók. Valószínű, hogy ezt a vasbetonnal foglalkozó szakemberek biztosítva látják, hiszen a nitrátoldatot korrózív közegként vizsgálatoknál elterjedten alkalmazzák.

A feszültségkeltés módjánál az egytengelyű húzófeszültséget választottuk, a következők miatt:

a) A húzófeszültség a betonban levő viszonyokat pontosan modellezi.



2. ábra. ∅ 5 mm-es huzalok mechanikai jellemzőinek változása a húzási folyamat alatt

b) A sima huzalokban levő feszültség számítható és a legbonyolultabb profilos huzalok terhelése is pontosan beállítható a szakítóerejük százalékában (pl.=0,7 σ_B, illetve $P=0{,}7 \cdot P_B$

Itt kell megemlítenünk a hajlítófeszültség számíthatóságának teljes bizonytalanságát. A *2. ábrán* egy huzal mechanikai jellemzőinek változását mutatjuk be a huzal húzási mértékének függvényében. Kérdésünkhöz a rugalmassági modulusz (E) változása bír nagy jelentőséggel.

A drót húzásakor keletkező egyenlőtlen mértékű alakváltozásból adódó és a huzal magja, illetve köpenye között egyensúlyt tartó saját feszültségek miatt a huzalok rugalmassági modulusza eltér az acélokra jellemző 2 150 000 kp/cm²-es értéktől. A rugalmassági moduluszt a huzal alakításának szinte valamennyi paramétere befolyásolja. Ezért a megeresztés nélküli huzaloknál semmiképpen sem vehető állandónak. A huzalok megeresztésekor — optimális technológiát feltételezve — a sajátfeszültségek relaxációja miatt a rugalmassági modulusz megnő és viszonylag állandónak tekinthető.

Csak ezt figyelembe véve tehát arra a következtetésre jutnánk, hogy ha a húzott állapotú huzalnál nem is, de megeresztettnél a hajlító próbák feszültsége számítható.

Van azonban egy tényező, ami ezt is lehetetlenné teszi, nevezetesen az, hogy még a hőkezelés után ∅ 2 m-es dobra felcsévélt huzalok sem fekszenek ki egyenesen, hanem nagymértékben és változóan íveltek. Az ívelt huzalok azonos sugárra való hajlítása után a feszültség nagysága attól függ, hogy a próba eredeti íveltsége mekkora volt, és hogy a meghajlítás síkja és az eredeti íveltség síkja mennyire tér el egymástól.

A vizsgálati hőmérséklet és a vizsgálat alatti relaxáció kérdésében a következő álláspontot fogadtuk el: a szakadási idők csökkentése, tehát a vizsgálatok meggyorsítása érdekében a növelt hőmérséklet — célszerűen a forráspont — szükséges.

A 100 °C körüli hőmérsékleten a relaxáció viszont már elég nagymértékű ahhoz, hogy a vizsgálatot zavarhassa (100 óra alatt a 20%-ot is elérheti 0,7 σ_B alapterhelésre viszonyítva), ezért a huzalokat egytengelyű húzóigénybevétel mellett nem relaxációra, hanem kúszásra terheljük. Lehetővé tesszük a huzal kismértékű megnyúlását, s így a vizsgálat egész időtartama alatt biztosítani lehet a beállított (általában $0{,}7 \cdot \sigma_B$) feszültséget.

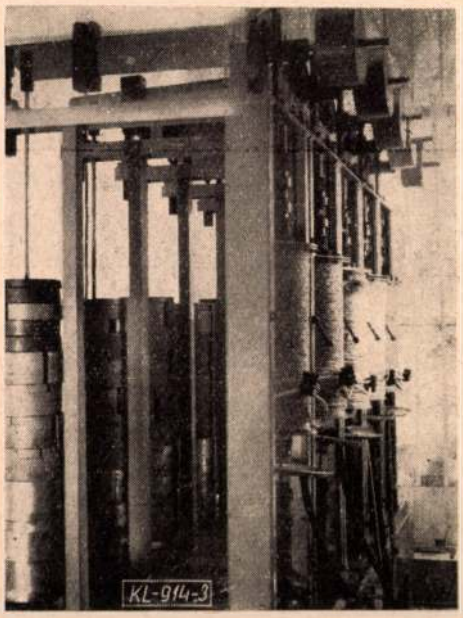
A konstans feszültséggel kúszásra terhelt próbák további előnye, hogy a szakadási idő lerövidül és a vizsgálat termelékenyebbé válik.

Feszültségkorróziós berendezés építése

Az előzőekben részletezett elvek figyelembevételével a *3. ábrán* bemutatott 5 mérőhelyes vizsgálóberendezést építettük.

A mérlegkaros elrendezéssel a próbák súlyterheléssel terhelhetők, a huzalokat megfelelő tömítésekkel nívómutatóval és visszacsepegő hűtővel ellátott zománcozott korróziós edényben vizsgáljuk. A közeget 24 V-os törpefeszültségre kapcsolt ellenállás-fűtés tartja forrásban. A szakadás időpontját végálláskapcsolóval kikapcsolt szinkron időszámláló jelzi. A korrózív közeg a 2. pontban ismertetett nitrátoldat.

Tapasztalataink szerint rendkívül lényeges, hogy a korrózív közeg a vizsgálandó huzalon kívül más fémmel ne érintkezzen, s kogy a korróziós edény a vizsgálandó huzallal csak szigetelő közbeiktatásával érintkezzen. Ellenkező esetben az oldat agresszivitása megváltozhat és a próbák is katódos védelembe kerülhetnek, ami a vizsgálati eredmények igen nagy szórásához s az eredmények meghamisításához vezethet.



3. ábra. Feszültségkorróziós vizsgálóberendezés

Korróziós vizsgálatok

A 3. ábrán bemutatott berendezés és a 2. pontban leírt nitrátoldat alkalmazásával vizsgáltuk az oldat-koncentrációnak és a huzal terhelésének hatását a huzalok szakadási idejére. A vizsgálatokhoz azonos kohászati adagból azonos patentozó hőkezeléssel és fogyási mértékkel húzott, de különböző geometriájú ∅ 5 mm huzalokat használtunk fel, így módunk nyílt egyúttal a rovátkolás hatásának tanulmányozására is.

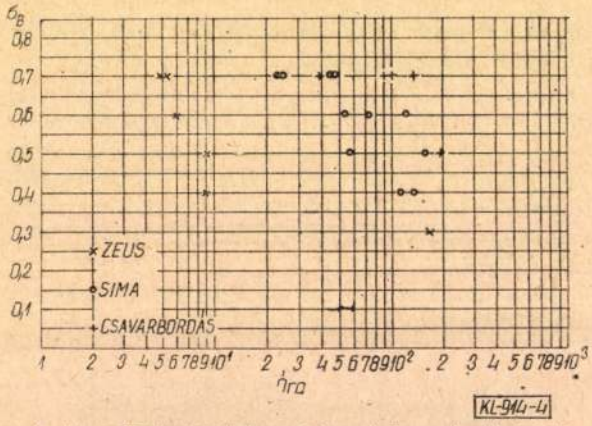
A vizsgálatokhoz felhasznált sima csavarbordás és Zeus profil rovátkolt huzalokat az 1. ábrán bemutattuk.

A kétféle profilos huzal között a döntő különbség az, hogy a csavarbordát a „December 4" Drótművek szabadalma szerint a húzási folyamatba iktatott és annak utolsó fázisát képező alakító művelet biztosítja (csapágyazott profilos húzókő).

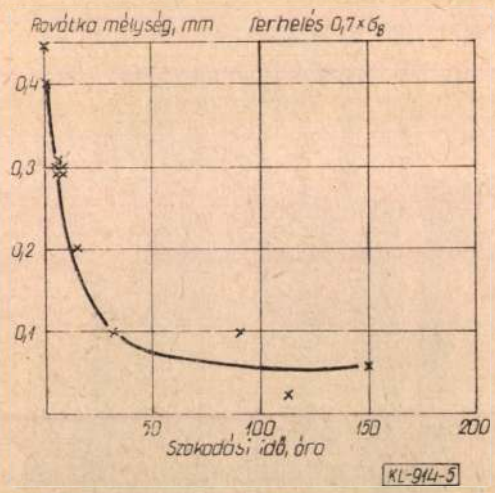
A Zeus-huzalokat pedig a sima huzalokból állítják elő külön művelettel, profilos, görgőpáron való áthúzással. Ezért a rovátkolt huzaloknál a vizsgálatot a rovátkamélység hatásának tanulmányozására is kiterjesztettük.

A húzófeszültség mértékének hatása

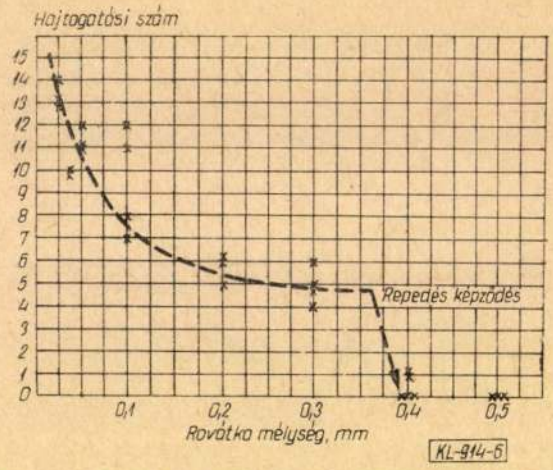
A *4. ábrán* a sima, a csavarbordás és a Zeus profilú huzalok szakadási időértékeit ábrázoltuk a húzófeszültség függvényében. A huzalok terhelését 0,3—0,8 σ_B érték között változtattuk. (A huzalok szakítószilárdsága középértékben 170 kp/mm².) A csavarbordás huzalok rovátkamélysége 0,2, a Zeus profilúaké 0,3 mm volt, ami megfelel a szokásos gyártási méreteknek.



4. ábra. Különböző típusú huzalok, szakadási idő a huzalok terhelő húzófeszültség függvényében



5. ábra. Szakadási idő a Zeus profilú huzalok rovátkamélységének függvényében



6. ábra. A Zeus profilú huzalok hajtogatási száma a rovátka mélység függvényében

Az ábráról leolvasható, hogy a szakadási idő a húzófeszültségtől függően 0,5—0,8 σ_B között alig változik, tehát egy feszültségszinten történő vizsgálat is alkalmas az összehasonlításra. Mivel a huzalok üzemi terhelése általában 0,7 σ_B, összehasonlító vizsgálatokhoz ezt a feszültségszintet választottuk.

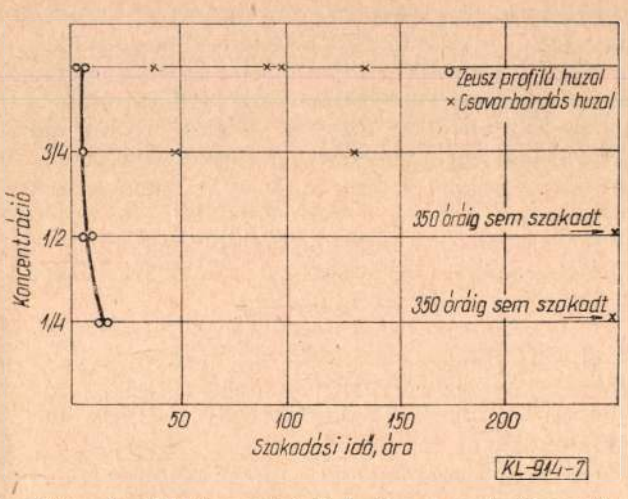
A huzalrovátkolás hatásának vizsgálata

A 4. ábrán a 0,7 σ_B terhelésszint figyelembevételével megállapítható, hogy a Zeus profilú huzalok élesen elkülönülnek nagymértékű korrózióérzékenységükkel (szakadási idejük ±1 óra szórással 5 óra).

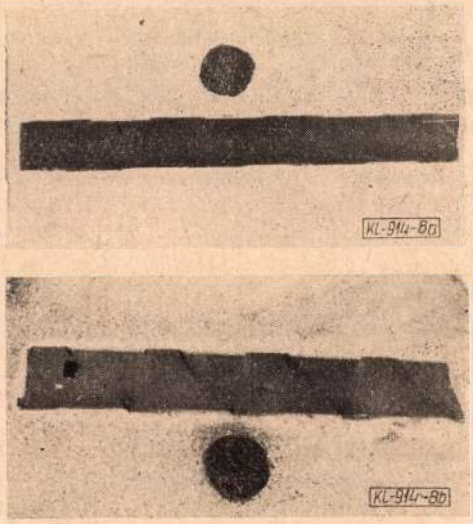
A sima és csavarbordás huzalok szakadási ideje vizsgáltainkban ezzel szemben 30—200 óra között változott és eléggé nagy szórást mutatott. E két minőség összehasonlítása alapján a csavarbordás huzal még a sima huzalnál is kedvezőbb tulajdonságúnak látszik. (Ez más irányú vizsgálatoknak eredményei alapján magyarázható is, ti. a csavarborda kialakítása mint a sima húzási művelettől eltérő jellegű alakváltozás a huzalkeresztmetszet saját feszültségének mechanikai feszültségmentesítéssel történő mérséklődését okozza.)

A sima huzalokból a rovátkoló görgő támasztó rugók előfeszítettségének változtatásával különböző rovátkamélységű huzalokat állítottak elő, és vizsgáltuk ezek korróziós tulajdonságait. Az eredményeket az *5. ábrán* foglaltuk össze. Látható, hogy 0,2 mm-nél kisebb rovátkamélység esetén a huzalok korróziós ellenállása megegyezik a 4. ábrán már bemutatott sima és csavarbordás huzalokéval. A rovátkamélység fokozásával rohamosan nő a korróziós hajlam. 0,3 mm-nél a szakadási idő 5 órára csökken. A 0,4 és 0,5 mm-es rovátkolás esetén pedig már helyenként rovátkolás alatt megreped a huzal.

A *6. ábrán* a huzalok hajtogatási számát ábrázoltuk a rovátkamélység függvényében. Az ábrán



7. ábra. Az oldatkoncentráció hatása a szakadási időre



8. ábra. Csavarbordás és Zeus profilú huzal maratott hossz- és keresztmetszete

a rovátkamélységen kívül feltüntettük a huzalok rovátkolás okozta ovalitását. Törtszámmal jelöltük a legnagyobb és legkisebb mérő hányadosát.

A nagyfokú korróziós érzékenységet fentiek alapján az okozza, hogy a rovátkában a deformáció majdnem eléri az alakíthatóság kimerítését (repedésképzéshez szükséges feszültség).

Az oldatkoncentráció hatásának vizsgálata

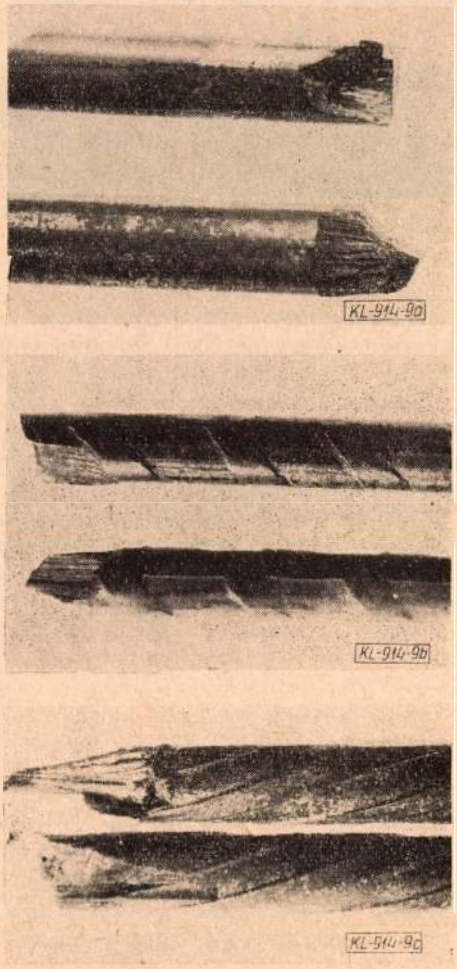
A csavarbordás és a 0,3 mm-es rovátkamélységű Zeus profilú huzalokat hígított oldatokban is vizsgáltuk. A koncentráció a törzsoldatának 1/4-e, 1/2-e, ill. 3/4-e volt. Az eredményeket a *7. ábrán* foglaltuk össze.

Megállapítható, hogy az oldat hígulása a korrózióra érzékeny Zeus profilú huzaloknál alig okoz változást a szakadási időben. Kismértékű hígítás a korrózionak ellenállóbb huzalnál sem változtatja meg a folyamatot, nagyobb hígítású oldatban azonban ezek a huzalok nem szakadnak.

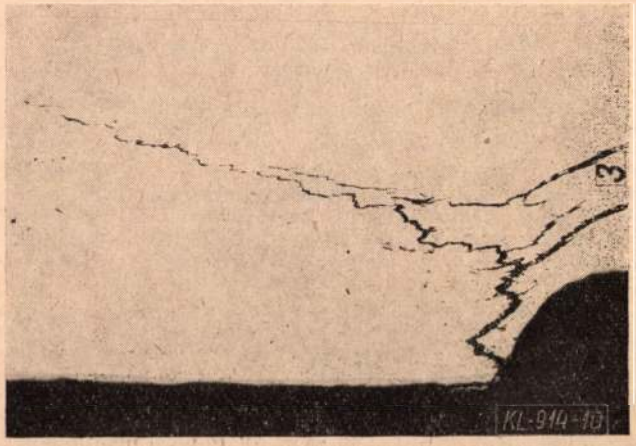
A hígítás hatásának vizsgálatát elsősorban a nitrátok higroszkópos tulajdonságai miatt végeztük ellenőrzésül. A gyakorlatban a koncentráció beállítását a súlyszázalékos bemérésen kívül fajsúlymérővel történő ellenőrzéssel végezzük.

A kísérleti anyag fémtani vizsgálata

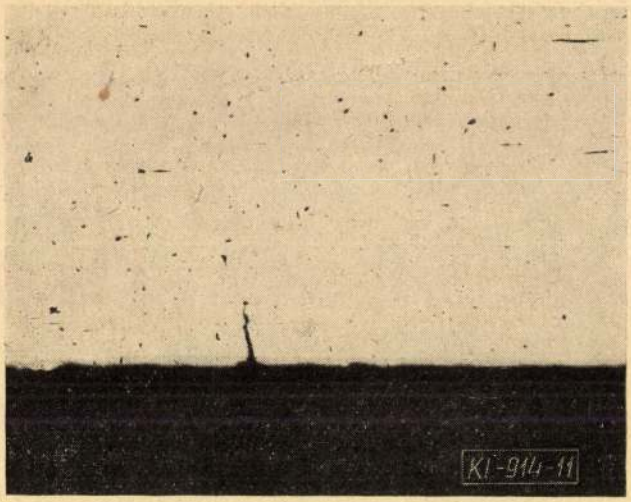
A *8. ábrán* a csavarbordás és a Zeus profilú huzalok tengelyirányú hosszmetszetének maratott képét mutatjuk be. Már az egyszerű salétromsavas maratás is láthatóvá teszi a Zeus profilú



9. ábra. Sima, Zeus és csavarbordás huzalok korróziós törte



10. ábra. Jellegzetes korróziós repedés a Zeus profilú huzalon



11. ábra. Kisméretű korróziós repedés sima huzalon

huzalokon az egyenlőtlen és a benyomódások sarkaira koncentrálódott feszültségeloszlást. A *9. ábrán* a különböző geometriájú huzalok korróziós szakadásának képei láthatók. Általános korrózió nem lép fel, a korrózió szerteágazó a *10. ábrán* bemutatott típusú korróziós repedés formájában terjed. A korróziós szakadás után megvizsgált nagyszámú próba alapján megállapítható, hogy a Zeus profilú mélyebb bemetszésű huzalokban a korróziós repedés a vizsgálat alatt a rovátkák zöménél megindult. A próbatestekben tehát egyidejűleg több repedés keletkezett és terjedt. Ezzel szemben a sima és csavarbordás huzaloknál a törést okozó repedéseken kívül csak elvétve lehetett a próbákon a *11. ábrán* látható repedéseket felfedezni, ezeknél tehát a vizsgálati idő alatt a próbákon csak egy repedés keletkezett és terjedt.

Összefoglalás, következtetések

A dolgozatban összefoglaltuk és bíráltuk a betonfeszítő huzalok feszültségkorróziós vizsgálatának módszereit. A legalkalmazhatóbbnak ítélt módszerrel (egytengelyű húzófeszültség és forrásban levő nitrátoldat) kísérleteket végeztünk.

Megállapítottuk, hogy a húzófeszültség nagysága és az oldat koncentrációja eléggé tág határok között mozoghat anélkül, hogy a huzalok törési idejét lényegesen befolyásolná. A feszültségkorrózióra erősen hajlamos és annak ellenálló huzalok szelektálása 0,5—0,8 σ_B feszültségértékek között történhet, a tömény oldat pedig 25%-os vízzel való hígítás esetén is elég agresszív a korrózióra erősen hajlamos huzalok szelektálására.

A feszültségkorrózióra hajlamos huzalok rövid szakadási idő mellett kis szórást mutatnak. A vizsgálati eredmények szórása annál nagyobb, minél hosszabb átlagos szakadási idővel bíró huzalt vizsgálunk.

Ez természetes, hiszen a feszültségkorrózió megindulásakor a feszültségen és korróziós közegen kívül bizonyos „hibahelyek" szükségesek, melyeken a kisméretű aktivált anód kialakulhat a nagyméretű passzivált katóddal szemben. A hibahelyek hajlamuk erősségében különböznek egymástól, s a bizonyos mértékű hajlam fölötti hibahelyeket figyelembe véve különböző sűrűséggel helyezkednek el.

Minél ritkábbak a „hibahelyek", annál hosszabb az átlagos szakadási idő, de egyúttal megnő a vizsgálati eredmények szórása is.

Kísérleteink közül a rovátkolás hatásának vizsgálatát mutattuk be.

A húzási folyamatban rovátkolt (csavarbordás) huzal rovátkamélysége a kő geometriájával adott és így feszültségkorrózióra nem hajlamos huzal gyártható.

A rovátkoló hengerekkel végzett rovátkoláskor a rovátka mélysége és feszültségállapota nem stabilizálható. Feszültségkorróziós szempontból periodikusan ismétlődő „hibahelyek" keletkezhetnek.

Emiatt az építés helyszínén végzett rovátkolás helytelen, üzemi körülmények közt is szigorú ellenőrzés szükséges.

Korszerű külföldi üzemek ismertetése

Bilbaói folyamatos öntőmű műszerezése és vezérlése

A háromszálas bugaöntő gépet az *Echevarria* részére az angol *Wellman Gépgyár* 1970. decemberében helyezte üzembe. Az önthető bugaméret 80—150 mm, a folyékony acélt 40 tonnás ívkemence szolgáltatja. Egy teljes adag öntési ideje 100 mm-es négyzetbugára kb. 50 perc. Az önthető acélminőség kis karbontartalmú ötvözetlen lágyacéltól az austenites ötvözetig terjed. Az öntött szál függőleges süllyedése íves hajlítóban megy át vízszintes irányba.

Az acélszint szabályozása a kristályosítóban. — Az öntési sebesség a méretnek és az öntött acél összetételének függvénye. Az üst csapolónyílása azonban általában nem fojtható, hanem az acélsugarat a dugó felemelésével és a kagyló teljes zárásával lehet csak szabályozni. Így arra törekednek, hogy a kristályosítóban a fürdőszint egy középérték körül —40 és +40 mm-rel ingadozzék. A tényleges szintet Cézium 137 sugárzó forrással mérik, ez a kristályosítón és az acélfürdőn keresztül 7 Geiger-Müller számlálócsövet sugároz. Az impulzusok összegezett száma — átalakítva — feszültségkülönbséget hoz létre, ezt áramerősségre változtatva betáplálják a szálhúzó görgőket meghajtó *Ward-Leonard* rendszerbe. A minimális 4 mA betáplálására a szálmozgás sebessége 0,8 m/perc, a maximális 20 mA a szálmozgást 8 m/perc sebességűre növeli.

Az öntőgép kézi vezérlésű is lehet, ekkor a kristályosító fölötti öntővályúban szabályozzák az acélszintet a csapolónyílás szelvényváltoztatásával. Ez utóbbit nem hagyományos üstdugóval, hanem két keramikus tárcsa vízszintes mozgatásával érik el. Mindkét tárcsa közepén nyílás van, melyek egymáshoz viszonyított helyzete határozza meg az átfolyó keresztmetszetet. Kézi üzemben a szálkihúzás sebessége állandó.

Az automatikus üzem az öntés megkezdésekor is rákapcsolható, ekkor azonban a fürdőszint megkívánt értékének beállásához és a kihúzógörgők kellő időpontban történő beindításához a sugárzó készüléket hamis acéltömb bevezetésével kell „becsapni".

Hűtővíz szabályozása. — A kristályosító alatt 4 sorban vannak a permetezőnyílások elhelyezve, soronként 24 rézfúvóka van. Minden sor maximális teljesítménye 1,5 liter/mp. Lényeges, hogy a hőelvonás mindenkor a technológia által megkívánt mértékű legyen, s a fúvókasorokra akkora vízmennyiség jusson, amekkorát az áthúzási sebesség éppen megkíván. A 4 fúvókasornak négy független szabályozóköre van, de az átfolyó teljes vízmennyiséget külön lehet mérni. Az automatikus vízmennyiségszabályozó megoldása olyan, hogy ha bármelyik fúvókar eldugul vagy üzemzavarban van, az így kieső vízmennyiséget egyenletes elosztással a többi sor víztöbblet szolgáltatása révén kiegyenlíti.

Az öntőgép műszeres vezérlésének egyéb részleteit a *Steel Times* folyóirat 1971. évi júliusi számában, *Dennis Davies* 611—614. oldalakon megjelent közleményében lehet tanulmányozni. *(RJ)*

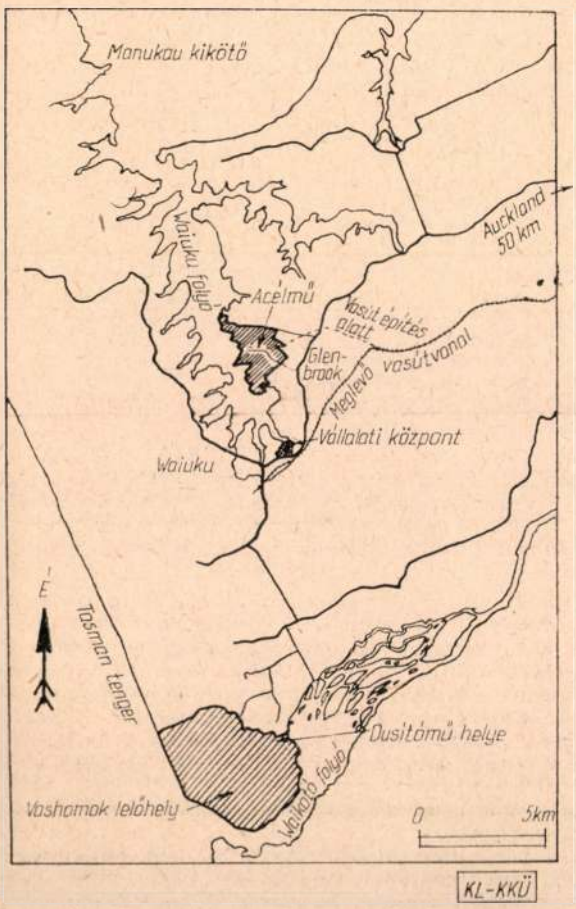
A glenbrooki (Új-Zéland) új, közvetlen redukciós acélmű

Glenbrookban, amely Aucklandtól délre mintegy 60 km távolságban van, 60% Fe és 8—9% TiO_2 tartalmú vashomokot találtak, amelynek helyszíni feldolgozását a közelmúltban valósították meg.

A vashomokot 1% bentonit kötőanyaggal pelletezik és a nyers pelleteket széntüzeléses forgódobos kemencében 1100 °C hőmérsékleten égetik. Eközben a pelletek megömlés nélkül redukálódnak, 93%-ban pelleteződnek és kb. 78% vasat, ill. 11% TiO_2-t tartalmaznak. Ezt a vasszivacs pelletet ívfényes acélgyártó kemencébe adagolják, a betéthez 20—25% vashulladékot keverve.

A folyékony nyersacélt folyamatos öntőgépen bugává öntik ,az öntött bugákat a Pacific Steel hengerművében idomrudakká és hengerhuzallá hengerlik.

A *glanbrooki* üzem valamennyi nyersanyaga a mű közelében található, a nagy mennyiségek kistávolságú szállításának tehát minden gazdasági előnye érvényesül. Késztermékének felvevő piaca sincsen messzebb 80 km-nél a mű telephelyétől. A vashomokkészlet becsült mennyisége 150 millió tonna, bányászata felszíni módszerrel egyszerű és olcsó, távolsága az acélműtől alig 17 km.



A kiváló minőségű, nagy C és kis hamutartalmú szenet ugyancsak felszíni fejtéssel nyerik *Huntley* mellett, ami 75 km-nyire van az acélműtől és ahol a készletet egyelőre 4,5 millió tonnára becsülik, de további 200 millió tonnát a közeljövőben kezdenek fejteni egy közeli területen. Az acélmű Új-Zéland legnagyobb szénfogyasztója, a *huntley* szénmedence teljes készletét tehát az acélmű felhasználására tárolják. Egy-egy vasúti szerelvény 550 t szenet szállít az acélműbe, amelynek óránkénti szénfogyasztása 25 t.

Az acélgyártás mész-szükségletét 150 km távolságból égetett mész alakjában biztosítják. Egyedül a bentonit érkezik nagyobb távolságból, a Déli Szigeten levő *Coalgate*-ből, ahol 20 millió tonnára becsült bentonitkészlet van.

Mindezen kis szállítási távolságokkal járó előnyt egészíti ki az a tény, hogy *Glenbrook*-ban az elektromos áram is olcsó és bőségesen áll rendelkezésre. Összehasonlításként meggondolandó, hogy Japán vasérc-szükségletét Nyugat-Ausztráliából fedezi, de magában az ausztráliai kontinensen is 3000 km-nyire kell sok acélmű alapanyagait szállítani.

Glenbrook kapacitása jelenleg 25 000 t/év, ez azonban akár megháromszorozható, ha — különösen Ausztráliába — kedvező exportpiacot találnak. Az acéltermelés növekedésével párhuzamosan bentonitfogyasztásuk a jelenlegi 1000 t/év-ről 2000-re fog emelkedni.

A közvetlen redukciós eljárás kombinációját ívfényes acélgyártással (*Stelco—Lurgi* eljárás) a Steel Company of Canada és a frankfurti Lurgi dolgozta ki a helyszínről származó vashomokból 100 kísérleti olvasztással nyert tapasztalatok alapján.

A fenti közlemény adataiban a tájékozódást segíti a csatolt helyszíni vázlat. *(RJ)*

Steel Times, 1971. május.

A legkorszerűbb japán vaskohászati üzemek

1969-ben a Japán acélipar kilenc integrált vas- és acélműből és jelentős számú részben integrált, valamint készrehengerlő üzemből állt. Természetesen egy rövid ismertetésnek nem lehet célja a japán vaskohászat mindenre kiterjedő leírása, ezért ebben a munkában csak az általunk meglátogatott üzemekről szeretnénk kissé részletesebben beszámolni.

A „Kohászat" 1971. 11. számában megjelent tanulmányunkban a japán vaskohászatról az általunk vélt legjellemzőbb tapasztalatokat és adatokat közöltük, ezért a meglátogatott üzemekről kevés szó esett. A megtekintett üzemek felsorolásából is kitűnik, hogy az öt üzemből kettő, *Wakayama* és *Kobe* az úgynevezett második ipari racionalizálási terv időszakában 1956—60 között épült ki, míg a másik három üzem *Kimitsu*, *Fukuyama* és *Mizushima* a harmadik, vagyis az 1961. év óta tartó racionalizálási időszak szülöttje.

Helyzetét és adottságait mérlegelve igen figyelemre méltó Kimitsu és Fukuyama telepítése és termelése. A „Kohászat" 1971. évi 4. számában *Székely Levente* és *Kondoray Egon* már adott egy ismertetőt a *fukuyamai* üzemről, ezért arról csak röviden szólunk.

Mély benyomást gyakorolt ránk az állami metallográfiai tudományos-kutató intézet szervezettsége, anyagi felszereltsége és szellemi kapacitása.

A tanulmányút megkezdése előtt fogadott bennünket a Japán Vas- és Acélművek Szövetségének Elnöksége.

A tanulmányút során meglátogattuk

— a National Research Institute for Metals, Science and Technology Agency-t (NRIM),

— a Nippon Steel Korporation Kimitsu-i üzemét,

— a Kobe-i acélműveket,

— a Sumitomo Társaság Wakayama-i üzemét,

— a Kawasaki Steel Korporation Mizushima-i üzemét és

— a Nippon Kokan Társaság Fukuyama-i üzemét.

Beszámolónkat a látogatások időrendi sorrendjét követve állítottuk össze.

a) **Az állami metallográfiai tudományos-kutató intézet műszaki- és tudományos (Meguro) osztálya**

Az Intézet látogatásán résztvevőket *Tomoyoshi Kawada* az Intézet elnöke üdvözölte. Az Intézetet 1956-ban alapították, a japán kormány hatáskörébe tartozó szervezeti egységként.

Az Intézet tudományos-kutató munkája igen széles területet ölel fel, hozzá tartoznak a fémek fizikai és kémiai tulajdonságaira vonatkozó alapkutatások, az acél és színesfémek, valamint az ötvözetek kohászati folyamataira vonatkozó gyakorlati kutatások, a fémmegmunkálással és a fémek mechanikai tulajdonságaival foglalkozó kutatások. Ezt a tudományos-kutató munkát az Akadémia illetékes szakosztályaival és az ország érdekelt üzemeivel szoros együttműködésben végzik.

Az Intézet szervezeti felépítése

IGAZGATÓ

Szakértők Tanácsa — *Legfelső tudományos kutatási hivatal*

Adminisztráció

Tudományos Osztályok

Fémfizikai Osztály
Fizikai-kémiai Osztály
Metallurgiai eljárások Osztálya
Vas- és Acél Osztály
Nem vasfémek Osztálya
Speciális Anyagok Osztálya
Elektromos- és Mágneses Anyagok Osztálya
Atomreaktor Anyagok Osztálya
Fémfeldolgozási Osztály
Anyagszilárdságot Kutató Osztály
Korróziós Osztály
Hegesztési Osztály
Fejlesztési Osztály
Anyagvizsgálati Osztály

Az Intézetben 483 fő dolgozik, ebből 75 fő műszaki doktori tudományos fokozattal rendelkezik.

Az Intézet látogatásán résztvevőket meghívták a háromzónás folyamatos működésű acélgyártó kemencének a megtekintésére, amely azonban legnagyobb sajnálatunkra javítás alatt állt. Ez a kemence folyamatosan olyan acélt csapol, amelynek a C-tartalma 0,02% és percenként 120 kg nyersvasat használ fel. Ennek a kemencének a maximális teljesítménye 24 t/óra.

Az Intézetben porlasztásos módszerrel fémporokat is gyártanak. A látogatás során megnéztük a hegesztőrészleget is, amelyben az elektronsugaras, a súrlódásos hegesztést, valamint más új hegesztés technológiai módszereket vizsgálnak. Bemutatták a rozsdamentes durvalemezek automatikus hegesztését. Az Intézetben tett látogatás alatt lehetővé tették számunkra a nagyfeszültségű elektron mikroszkóp, a röntgenmikroelemző berendezés és egyéb kísérleti berendezések megtekintését.

A korábban ismertetett 14 tudományos osztály a legkülönfélébb elméleti és gyakorlati problémák megoldásával foglalkozik. Ezek közül a következőket említjük meg — a teljesség igénye nélkül.

Atomok mágneses rezonancia tulajdonságait vizsgáló spektrométer segítségével kutatják fémkristályok belső feszültség és anizotrópia tulajdonságait. Ez a vizsgálati elv lehetővé teszi egyes kristályok pontos összetételének meghatározását, a fémrácsot alkotó atomok iránytól függő öndiffúziós koefficienseinek kimérését. Ezen a berendezésen vizsgálják folyékony állapotban atomok és ionok kölcsönhatását.

Egyik fontos ipari témának tekintik a kis karbontartalmú csillapított lágyacélok folyamatos öntési tulajdonságainak meghatározását.

Ezeket a kísérleteket Hazalett-20 típusú laposszelvény folyamatos öntőberendezésen végzik. A szelvényméret: 50×250 mm², az öntési sebesség: 2 m/perc, öntési szög: 20°, a felhasznált hűtővíz mennyisége 9 m³/perc. Az eddigi kísérletek tanúsága szerint sikeresen megoldható a különleges minőségű lapos acélszelvények nagysebességű folyamatos öntése.

Egy kutatócsoport az ultranagynyomással dolgozó sajtók használata esetén az alakítandó termékben fellépő nagy feszültség hatását tanulmányozza. Az intézetben 100 tonnás ultranagynyomású sajtót használnak ezekhez a kutatásokhoz. A nagy alakítási feszültségek hatását különböző hőmérsékletek, hűtési módok és 30—50 kilóbar nyomások mellett tanulmányozzák.

Széles körben foglalkoznak a törési mechanizmusokkal. Ezek között is elsősorban a kifáradásos törés és ridegtörés problémáját tanulmányozzák. A kifáradásos törési vizsgálatoknál nagy teljesítményű elektronmikroszkóppal kutatják a mikrorepedések kialakulásának feltételeit. Ilyen vizsgálatok során többek között kimutatták, hogy a SiMn-al dezoxidált acélban a szilikátzárványok környezetében megszaporodnak a mikrorepedések. Ezt a kölcsönhatást hajlítva fárasztó kísérlet során már 3×10^4 igénybevételnél is tapasztalták.

Ötvözetek mikrotulajdonságainak vizsgálatára röntgensugaras mikroanalizátort használnak. Ezzel a módszerrel elsősorban az anyagban levő kiválások (precipitátumok) és zárványok meghatározását végzik. A módszer alkalmas arra is, hogy különböző ötvözőelemek szegregációját és diffúzióját is tanulmányozzák.

b) **A „Nippon Steel Corporation" Társaság Kimitsu-i üzeme**

Az üzemlátogatáson résztvevőket a „Kimitsu" üzem igazgatója üdvözölte aki rövid ismertetést tartott a „Nippon Steel" Társaságról. A Társasághoz tartozó üzemek évente, mintegy 80 000 fős létszámmal, több mint 30 millió tonna acélt termelnek, amelynek az áruértéke 2,778 milliárd USA dollár.

Ehhez a társasághoz a Kimitsu üzemen kívül hozzátartoznak a *Muroran, Kamaishi, Nagoya, Sakai, Hirohata, Yawata* és *Oita* üzemek. Az utóbbi üzem a Kyushu szigetek Oita-i körzetében épül, s japán szigetvilág legdélibb szigetén. Az építkezés befejezésével az üzem két nagyolvasztója évenként 7,8 millió tonna acélhoz elegendő nyersvasat fog termelni és az üzem végleges kiépítésével a termelés 12 millió tonna acél lesz. Az 1. sz. nagyolvasztó az Oito üzemben 1971. októberében indult meg és az üzem első lépcsőjének befejezését 1972-re tervezik.

A Kimitsu Művek jelenlegi állapotban évente 5 millió tonna acélt termel.

Az üzem fő termékei: durvalemez, melegen és hidegen hengerelt finomlemez, ónozott finomlemezek és csövek.

A Kimitsu Üzemek alapvető berendezéseinek a termelési kapacitása a következő:

1. sz. nagyolvasztó	2705 m³ (6000 t/nap)
2. sz. nagyolvasztó	2884 m³ (7000 t/nap)
3. sz. nagyolvasztó	4000 m³ (építés alatt)
3 LD konverter	250 tonnás
lemezbugasor	480 et/hónap
durvalemezsor	110 et/hónap
meleg csőszalag hengersor	220 et/hónap
hideg csőszalag reverzáló hengersor	25 et/hónap
hideg csőszalag tandem hengersor	100 et/hónap
horganyzósor	20 et/hónap

csősorok, ezen belül spirálcsősor, különleges minőségű csöveket gyártó sor, melynél ellenállás-hegesztést alkalmaznak, folytatólagos egyenesvarratú csőhegesztősor, valamint U- és O-alakú csöveket előállító sor.

Az üzemlátogatás során megtekintettük a nagyolvasztóművet, a lemezbugasort és a meleg csőszalag hengersort. A nagyolvasztómű nagytermelékenységű berendezésekkel és a nehéz fizikai munkát lényegesen csökkentő gépekkel van ellátva, kezdve az alapanyagok kirakásától a nyersvascsapolás befejezéséig. A nagyolvasztók páncélozottak és a páncélköpeny dupla körgyűrű alakú gerendákra támaszkodik. A fúvóformák különleges sínrendszerre szerelt hőkicserélőkkel vannak ellátva és ez a megoldás biztosítja a fúvóformák könnyű megközelítését.

Az 1. sz. nagyolvasztó kettő, a 2. sz. nagyolvasztó pedig három csapolónyílással rendelkezik. Mindkét kemence daruval mozgatható csapolócsatornákkal van el-

látva. A folyékony nyersvas szállítása igen széles vagonokon torpedó üstökben történik (370 tonnás üst).

Az univerzális lemezbugasor teljesítménye 480 et/hónap, ennek a jellemzői a következők:

hengerátmérő	1300 mm
hengertesthossz	2800 mm
hengernyitás (max.)	2500 mm
a gyártott lemezbuga vastagsága	100/360 mm
szélessége	850/2400 mm
hossza	2200/12 800 mm

Lemezbugák előrehaladása közben vízporlasztó berendezéssel alulról és felülről kétoldali gyors hűtés történik. A hűtés mindkét oldalról egyenletes, ami megóvja a bugákat a deformálódástól.

A meleg csőszalag hengersor áll egy folytatólagos ötállványos előnyújtósorból és egy hatállványos folytatólagos készsorból. A lemezbugák felmelegítésére 2 db 300 t/óra teljesítményű tolókemence szolgál. Ennek a hengersornak megkülönböztető jellemzői még, hogy a reve eltávolítása magasnyomású vízsugárral történik automatikus berendezéssel, automatizálva van a szalag vastagságának szabályozása, valamint a hőmérséklet ellenőrzése is. A kész csőszalag méretei az alábbiak:

a csőszalag vastagsága	1,2—16,0 mm
a csőszalag szélessége	500—2180 mm
a tekercs súlya, max.	45 tonna
a tekercs átmérője	2600 mm

c) **A „Kobe Steel" Társaság Kobe-i üzeme (Nadahama)**

Az üzemlátogatás során a résztvevőket fogadta *Nagai* úr, *Inone* ügyvezető igazgató és *Asada* műszaki igazgató társaságában. Nagai igazgató úr üdvözlő szavai után megtekintettük „Az új korszak hajnalán" c. színesfilmet, amelynek alapján általános képet nyertünk a Kobe-i üzem tevékenységéről.

A „Kobe Steel" Társaság négy üzemrészből áll: vaskohászati, gépgyártás, alumínium és rézkohászati, valamint hegesztő elektróda gyártó üzemekből. Ezek az üzemek önállóak és minden üzemben decentralizált rendszerű a vezetés.

A vaskohászati üzem termeli az egész Társaság termelési értékének közel a felét és évente 3 740 000 t acélt termel. A japán vaskohászatban ez az ütem foglalja el az ötödik helyet, és főleg hengerhuzalt, valamint profil hengereltárut gyárt. Az új, teljes vertikumú kohászati üzemnek az építése 1968 októberében kezdődött, 50 km távolságra Kobe-től nyugatra a tengerpart közelében. Ez az üzem főleg durva- és finomlemezt fog termelni. Az üzem teljes kiépítése 1970-ben befejeződött.

A gépgyár az egyik legnagyobb üzem, az ipari gépi berendezések gyártása terén. A „Kobe Steel" Társaság teljes termelési értékéből erre a gyárra esik mintegy 30%. Ez a gyár elsősorban a vaskohászati üzemek, cementyárak, kaucsuk, vegyi és olajfeldolgozó üzemek ipari és polgári építkezések részére gyárt berendezéseket és ezenkívül különböző szerszámgépeket.

Ezeket a berendezéseket főleg a hazai piacon értékesítik, de exportálnak nemcsak Délkelet-Ázsiába, hanem a világ más részeire is teljesen komplett gépeket, valamint egyes részegységeket is.

Az alumínium- és rézkohászati üzem Japán második legnagyobb színesfémipari vállalata és a termékeivel ellátja elsősorban saját üzemeit, a vasúti berendezéseket gyártó vállalatokat, az építőipart, valamint az ipar egyéb ágazatait.

Tekintettel arra, hogy az ország belső piacán is igen nagy a kereslet az alumíniumból készült termékek iránt, ezért ezt az üzemet jelentősen bővítették és Kanto térségében épül egy újabb üzem. A rézből készült gyártmányokat főleg a háztartási gépek, elektromos készülékek és hőkicserélők, valamint berendezések csővezetékeinek gyártásánál használják fel.

A hegesztő elektróda üzemet a II. világháború után építették a hengerhuzalsor bővítéseként. Gyártmányaival ellátja az ország nagy területét és ez az üzem gyártja közel 50%-át Japán összes hegesztő elektróda termelésének. Ez az üzem szoros kapcsolatban áll a hajógyártással, és azzal együtt igen nagymértékben fejlődik.

A megtekintett Kobe Művek teljes kohászati vertikummal rendelkező üzem és a következő fő termelő egységekből áll:

három nagyolvasztó, bázikus bélésű oxigénes konverterek, Martin-kemencék, három elektroívfényes kemence, két folyamatos acélöntőmű és három blokksor.

A hengersorok főleg magas széntartalmú hengerhuzalokat, zongorahuzalok gyártására szolgáló hengerhuzalokat, profil-hengereltárut és rúdárut mélyhúzáshoz és huzalhúzáshoz, kovácsolásra, valamint egyéb gépi megmunkálásra felhasználható terméket gyártanak.

A Kobe-i Üzem főbb berendezéseinek a jellemzőit az alábbi adatok mutatják:

Nagyolvasztó 3 db	8000 t/nap nyersvas
Pelletezőmű	4500 t/nap
Bázikus oxigénes konverter	80 t-s 3 db (205 et/hónap)
I. sz. ívfényes elektrokemence	60 t-s (13/et/hónap)
II. sz. ívfényes elektrokemence	70 t-s (18 et/hónap)
I. sz. folyamatos acélöntőmű	18 et/hónap
II. sz. folyamatos acélöntőmű	25 et/hónap
3 blokksor és bugasor	225 et/hónap blokkbuga és lemezbuga
Hengerhuzalsorok 3—7 számú	160 et/hónap hengerhuzal
Bugasor a profilacélra és 3. sz. bugasor ugyancsak profil hengereltárura (együtt), valamint a hozzájuk tartozó buga és profil hengersorok	60 et/hónap buga és profilacél
csőhengersor	10 et/év
Egyéb létesítmények:	
Három teherkikötő	
Két zsugorító üzem	
Martin-üzem (6 db, 50 tonnás kemence)	
Egyéb berendezések	

A pelletek gyártására szolgáló berendezések, valamint a folyamatos acélöntőmű berendezései a Kobe-i üzem saját gépgyárában készültek. A hengerhuzalsorok, a bugasor, és a csőtolópad szintén a Kobei-i üzemben készült és a tervezés is a saját tervezőirodában történt.

d) **A „Sumitomo Metal Industries" Társaság Wakayáma-üzeme**

A látogatáson résztvevőket a gyár ügyvezető igazgatója, *Doi* úr üdvözölte, aki rövid ismertetőt tartott a Rt-ről, majd ismertette az üzemet, az üzemek berendezéseit és azok főbb műszaki-gazdasági mutatóit.

„Sumitomo Metals" részvénytársaság 1897-ben alakult. A háború utáni időszakban hosszútávú programmal, korszerűsítéssel és átszervezéssel egybekötött rekonstrukciós programot, melynek egyik fő objektuma a Wakayama-i üzem, 1969-ben fejezték be, amikor befejeződött az 5. sz. nagyolvasztó építése. 1970-től ez a részvénytársaság 11,5 millió t acélt termel évente és termelési értéke több mint 1,3 milliárd USA dollár. A munkások és alkalmazottak létszáma mintegy 29 000 fő. Ez az üzem főleg durva- és finomlemezeket, csöveket, profilacélt és hengerhuzalt, vasúti gördülőanyagokat, öntvényeket és kovácsoltárut gyárt.

A Kashimai Műveket, mint új létesítményt több mint 15 millió t acél gyártására tervezték és az üzem építése fokozatosan többlépcsőben folyik, a távlati tervek szerint. A Kashimai Művekben, amely Tokio közelében van, már üzembehelyezték a meleg csőszalagsort és a folytatólagos egyenes-varratú csőhegesztő sort. A közeljövőben befejezik az 1. számú nagyolvasztó építését és a durvalemez hengersort, valamint a hideg csőszalag hengersort. Korszerűsítik és rekonstruálják az Osakai, Amagasakii, és Kokurai Kohászati Műveket.

A Wakayáma-i Kohászati Művek 1100 hektár területen fekszik, a *világ egyik legnagyobb kapacitású üzeme* és a „Sumitomo" részvénytársaság legnagyobb vállalata *évi 9 millió t acélgyártással*. A gyár területén folyik keresztül a Kinokawa folyó, amely az üzemet friss és tiszta vízzel látja el. Ez az üzem a tergerparton épült, kikötőjében a mesterséges hajókirakodóhelyek zsiliprendszerre felszerelve félsziget alakjában helyezkednek

el és 100 000 t vízkiszorítású hajók fogadására alkalmasak. A kikötő rakodó berendezéseivel évente több mint 20 millió t alapanyag és acél készáru ki- és berakodását lehet elvégezni.

A főbb termelő berendezések: öt nagyolvasztó, amelyek együttesen naponta 21 et nyersvasat termelnek; 7 bázikus oxigénes konverter; egy elktrokemence; folyamatos acélöntőmű; két blokksor (az 1. sz. blokksor évi termelése 2,1 millió t, a 2. sz. blokksor évi termelése 5,2 millió t); a folytatólagos bugasor 1,37 millió t/év; meleg csőszalaghengersor (2,5 millió t/év), hideg csőszalaghengersor (840 et/év); durvalemez hengersor (960 et/év), valamint egész sorozata a csőhengersoroknak, amelyek különböző típusú és méretű csöveket gyártanak, többek között 48″-os átmérőjű csöveket is.

Megtekintettük többek között az „F" mólót, az 5. sz. nagyolvasztót, a bugasort, az 1. sz. csőhengerművet és a folytatólagos csőhegesztősort. Az 5. sz. nagyolvasztó hasznos térfogata 2630 m³ és a medence átmérője 11 m. Ezt a nagyolvasztót 1969. februárjában gyújtották be. Az 1. sz. csőhengersor Stiffel-Mannesmann rendszerű, varratnélküli csöveket gyárt max. 15″-os átmérőig. A folytatólagos csőhegesztősoron 7/8″—4 1/2″ átmérőjű csöveket gyártanak.

A gyár megtekintése után a résztvevőknek lehetőségük volt kiegészítő kérdéseket feltenni a gyár üzemeltetésére és a távlati fejlesztéssel kapcsolatos problémákra.

e) A „Kawasaki Steel" Társaság Mizushima üzeme

Az üzemlátogatáson résztvevőket fogadta *Masatoshi Shimoyamada* vezérigazgató úr és *Hironoba Sakuda* vezérigazgatóhelyettes, ügyviteli igazgató, valamint a főbb gyáregységek vezetői.

Shimoyamada vezérigazgató úr ismertette az üzem fejlődésének történetét és a fejlesztési elképzeléseket.

A „Kawasaki Steel" részvénytársaság évente több mint 10 millió t acélt termel. A társaság irányítása alá tartozik nyolc üzem, amelyből két kombinát teljes vertikumú, a többi hat kohászati mű szakosított üzem. Az első teljes vertikumú kohászati kombinát *Chibában* van, a Tokió-i öböl partvidékén. Ennek a kombinátnak az évi acél termelése 6,5 millió t. A másik új kohászati kombinátnak az építése 1967-ben kezdődött. Ez a kombinát a *Mizushimában* (okayamai kerületben) a Setó beltenger partvidékén, Tokiótól délnyugatra mintegy 720 km távolságra terül el.

A kombinát termelési kapacitása évente 4,5 millió t acél. A munkás és alkalmazotti létszáma 9420 fő.

Ebben a kombinátban 3 nagyolvasztó van. Az I. számút 1967 áprilisában helyezték üzembe 2156 m³ hasznos térfogattal, és napi termelése 4500 t. A II. nagyolvasztót 1969-ben, januárban helyezték üzembe és a napi névleges kapacitása 6300 t nyersvas. A nagyolvaszó medenceátmérője 11,5 m, a hasznos térfogata pedig 2857 m³. *Ez a nagyolvasztó 1969. nov. 20-án új világrekordot állított fel 7678 t napi nyersvastermeléssel.* A harmadik nagyolvasztó 3300 m³ hasznos térfogatú és napi termelése 7300 t.

Ebben a kombinátban található három bázikus oxigénes konveter 331 m³-es űrtartalommal és mindegyik konveter 180—200 t-ás.

A konvertermű két gáztalanító berendezéssel van felszerelve. Az első gáztalanító berendezés Ruhrstal-Hereus típusú, az adagsúly 200 t; a második üst kemence-típusú, adagsúly 100 t és ennél a kemencénél „ASEA-SKF" vákuumos gáztalanítási elvet alkalmaznak.

A gyártott acélmennyiség feldolgozása két bugasoron történik. Az egyik 2 millió t/év kapacitású univerzális lemezbugasor, a másik duo-reverzáló kombinált blokk- és lemezbugasor, amelynek az évi termelési kapacitása 3 millió t.

Az univerzális lemezbugasoron egyidejűleg hengerelhető több max. 40 tonnás öntecs. Ugyanennél a vállalatnál üzemel egy „Concast, modell S" típusú folyamatos acélöntőmű. Ez a nyolcszálas berendezés évente 600 000 t acélt tud leönteni. Nemrégen ennek a teljesítményét évi 1 millió t-ra fokozták úgy, hogy az adagok egymásra öntéses technológiáját vezették be.

A Mizushima-i kombinátban 160″ kvartó durvalemezhengersor üzemel évi 1 millió t-s kapacitással. Van egy univerzális gerendasor nagyméretű tartók hengerlésére, évi 640 000 t kapacitással. A teljesen folytatólagos 90″-os melegszalag hengersor évi kapacitása 1,5 millió t.

A 68″-os ötállványos tandem hidegszalag hengersor évi kapacitása 504 000 t. Továbbá üzemel még egy vízszintes elrendezésű drót- és keskenyszalag hengersor. Kovácsolómű is van acélöntecsek kovácsolására, amely 6000 t-s hidraulikus préssel van felszerelve.

Az üzemlátogatáson megtekintettük a III. sz. nagyolvasztót és a IV., valamint az V. sz. bázikus oxigénes konvertereket. A második folyamatos acélöntőmű az üzemlátogatás idején építés alatt állt. Feltételezhető, hogy ezeknek az üzemeknek a teljes kiépítése 1970. évben befejeződött. Ezzel a teljes kiépítéssel a kombinátnak a termelési kapacitása évi 8 millió t-ra fog emelkedni.

Annak érdekében, hogy a nyersanyagok importját gazdaságosan bonyolítsák le, létesítettek egy teherkikötőt 17 m vízmélységgel. A jelenlegi időszakban ez a mélység kohászati üzemi kikötőknél világviszonylatban is a legnagyobb. Ez a teherkikötő alkalmas 150 000 t vízkiszorítású hajók fogadására.

A Mizushima-i üzem 914 hektár tengerből visszafoglalt területen fekszik. A távlati tervekben szerepel még további 380 hektár terület víztelenítése, amelyet jelenleg még belső tenger borít. Ily módon az üzem teljes területe el fogja érni az 1300 hektárt. Az üzem kapacitása pedig az évi 12 millió t acéltermelést.

f) A „Nippon Kokkan" Társaság Fukuyama-i üzeme

Az üzemlátogatás résztvevőit *Shinroku Yamashita* ügyvezető úr és a Fukuyama-i üzem munkaügyi igazgatója fogadta. Az igazgató ismertette a Társaság megalakulását és a kohászati művek jelenlegi munkáját.

A társasághoz tartozó két teljes vertikumú kohászati kombinátban — Keihin-i és Fukuyama-i — az acéltermelés 14 millió t/év. Ezenkívül ez a társaság tart üzemben három korszerű hajógyárat, amelyek 500 000 t vízkiszorítású (önsúlyú) hajók gyártására képesek. A Társasághoz tartozik három ferroötvözetgyár is.

A *Fukuyama-i* új kombinát, Japán nyugati részén helyezkedik el 910 hektár tengerből visszafoglalt területen. A kombinátot 1966. augusztusában helyezték üzembe. Még ugyanabban az évben megkezdték az üzem további fejlesztését. A fejlesztés előtt az évi termelés 2 millió t acél volt. Mintegy 18 hónap elteltével ehhez a vertikumhoz további nagyolvasztókat, LD oxigénes konvertereket és hengersorokat építettek. Jelenleg az évi acéltermelés 8 millió t. Három korszerű nagyolvasztó üzemel, a 4. sz. nagyolvasztó építés alatt áll és annak befejezése után *a kombinát termelése el fogja érni az évi 12 millió t acélt.* Ezzel a fejlesztéssel ez az üzem lesz a világ egyik legnagyobb kohászati kombinátja. A távlati tervek szerint az éves termelés 20 millió t nagyságrendre fog növekedni.

A Fukuyama-i üzemben megtekintettük a durvalemez hengerművet és a meleg csőszalag hengerművet, majd autóbuszokkal végigjártuk az üzem más területeit is, többek között megtekintettük az alapanyagok és a késztermékek ki- és berakodását, a nagyolvasztókat, stb.

Az üzemnek három nagyolvasztója van, amelyek jelenleg évi 6,5 millió t nyersvasat termelnek.

	Hasznos térfogat,	termelés
1. sz. nagyolvasztó	2004 m³	(4600 t/nap)
2. sz. nagyolvasztó	2626 m³	(6000 t/nap)
3. sz. nagyolvasztó	3016 m³	(7000 t/nap)
4. sz. nagyolvasztó (építés alatt)	4100 m³	

A zsugorítványt 3 db Dwight-Lloyd szalagon gyártják, melyekből az I. szalag 150 m², a II-es 162 m², a III-as szalag 290 m² felületű és összesen 8 100 000 t zsugorítványt termel évente.

Az üzemben van egy 185″ reverzáló quarto készhengersor, amelynek a termelése 1,2 millió t/év. Ez a hengersor két folyamatos üzemű ellenáramú tolókemencével és két mélykemencével van ellátva, valamint folyamatos kikészítősorral és az ehhez szükséges hőkezelő berendezésekkel.

A meleg csőszalag hengermű egy 80″-os folytatólagos hengersorból, négy folyamatos üzemű tolókemencéből és a 80″-os folyamatos vágósorból áll. Hozzátartozik még a 80″ és 68″-os dresszírozósor, a 80″-os folyamatos melegvágósor és a 80″-os szalaghasítósor. A hengermű névleges teljesítménye 4,2 millió t/év.

A meleghengerelt kész-szalag szélessége 80″ és a szalag vastagsága 1,2—12,7 mm. A társaság egyik munkatársának elmondása szerint ennek a sornak egy havi rekord termelése 406 560 t volt, a maximális hengerlési végsebesség 16,66 m/s.

Az egyéb termelő berendezések között a Fukuyamai üzemben meg kell említeni a 80″-os tandem hideghengersort, amelyhez tartozik egy 74 és egy 50″-os szélességű folyamatos pácolósor, elektrolitikus zsírtalanítósor és különböző típusú lágyító kemencék. Ebben a műben üzemel még a nagyméretű gerendasor, amelyen szélestalpú tartókat hengerelnek. Van még egy 56″-os belső átmérőjű csőhegesztősor, amely fedőpor alatti ívhegesztéssel üzemel.

Az újabb telepítésű Japán kohászati üzemek hatalmas kikötőkkel rendelkeznek, így a nyers- és alapanyagokat, valamint a készárut is lehetőség szerint vízi úton szállítják.

A Fukuyama-i üzemi kikötő adatait szeretnénk jellemzésül felsorolni. A felsorolásban a darukat kivéve az első szám a víz mélységét, a második a rakpart hosszát jelenti. (17 m-es vízmélység lehetőséget ad 150 000 t-s hajók alkalmazására)

Kikötők:

nyersanyagkikötő	16 m × 280 m, 17 m × 300 m, 4 db 1500 t/ó. telj. daru 5 m × 90 m, 11 m × 180 m, 2 db 300 t/ó. telj. daru
késztermékkikötő hazai árukra	5 m × 1050 m, 7 m × 100 m, 2 db 30 t-s daru 3 db 20 t-s daru
export termékekre	11 m × 200 m, 13 m × 200 m, 3 db 30 t-s daru 1 db 20 t-s daru
ócskavaskikötő	12 m × 180 m, 2 db 15 t-s daru
Kasaoka kikötő	13 m × 200 m, 1 db 20 t-s daru

Záróértekezlet

A záróértekezletet az Osaka Royal Hotelben tartották meg. Az ismerkedő körút résztvevői a kérdések egész sorát tették fel, amelyek a japán vaskohászatra vonatkoztak, mint pl. a japán vaskohászati társaságok önköltségi tényezői, a beruházások és a finanszírozások problémái, az üzemek építési költségei, a vasérccel és a kokszolható szénnel való ellátás kérdései és perspektívái, a termelés és a szükséglet távlati prognózisa, a világpiaci árfolyam, a fizetések és azok emelkedési tendenciájának kérdései, a piackutatási munkára fordított összegek nagysága, valamint a japán vaskohászat gyors fejlődésének speciális helyzete és okai.

Ezekre a kérdésekre *Takao Ishiwatari* (a Nemzetközi Ipari és Külkereskedelmi Minisztérium vaskohászati osztályának a vezetője), *Toroao Okumura* (a Japán Vaskohászati Szövetség vezérigazgatója), és *Tsutomi Tsusia* (a Japán Vaskohászati Szövetség adminisztratív igazgatója) válaszoltak.

Dr. Horváth János—Répásy Gellért

Beszámoló külföldi tanulmányútról

Nyersvasgyártó tanulmányút az NSZK-ban

A Német Vaskohászok Egyesülete (VDEh) és az OMBKE vaskohászati szakosztálya közötti együttműködés alapján 1971. évben az Egyesület részéről nyersvasgyártó és ércelőkészítő szakemberek *(Claus Alajos, Halász József, Marczis László, Réthy Károly, Várszegi Zoltán)* tanulmányúton voltak az NSZK-ban.

A tanulmányút célja az volt, hogy szakembereink nyugatnémet kohászati üzemek látogatása során korszerű ércelőkészítési és nyersvasgyártási technológiákat tanulmányozhassanak. A tanulmányút során a küldöttség megtekintette a következő kohászati üzemek ércelőkészítő és kohóműveit: Hoesch Hüttenwerke Dortmund-Hörde, Klöckner Werke Bremen és a Neunkircher Eisenwerk. Ezenkívül megtekintették Frankfurtban a Lurgi Gesellschaft für Chemie und Hüttenwesen kohászati kísérleti kutató intézetét.

Valamennyi üzemlátogatás során a megbeszélések előterében a nagyolvasztóknál és ércelőkészítő műveknél alkalmazható korszerű technológiák és a folyamatok automatizálása, elektronikus vezérlése voltak.

A megtekintett üzemek ércelőkészítő művei a közepes nagyságrendhez tartoznak, a zsugorító szalagok szívófelülete 150—180 m², napi termelésük egyenkint 4500—5500 tonna. Az üzemek a korszerű technológia alkalmazásának és betartásának minden feltételével rendelkeznek. A zsugorítási folyamat intenzifikálására általában 1,8—2% égetett mészport is adagolnak. A zsugorítócsarnokban, de a mű kapcsolódó üzemrészeiben is a munkaterületek teljesen tiszták és pormentesek.

Ezt térelszívással biztosítják, mely a technológiai célt szolgáló exhausztortól független, az ahhoz kapcsolt porleválasztóval együtt. E rendszerbe minden olyan porképző hely be van kötve zárt burkolattal és csőrendszerrel, ahol a levegőszennyeződés lehetősége fennáll. A zsugorítószalag is, mind a feladó, mind a leadó végén teljesen burkolt és zárt. Az elektroszatikus porleválasztás mellett — az NSZK-ban az utóbbi években csak ennek beépítését engedélyezik — az exhausztor forgórészek élettartama 2—2,5 év.

A második keverő dobban történő nedvesség beszabályozásra a Hoesch Hüttenwerk-nél több megoldással kísérleteztek, így az Eliot szondával, a vezetőképességmérés alapján történő nedvességszabályozással, továbbá izotópos eljárással is, de ezek gyakorlatilag e követelményeknek nem feleltek meg. Jelenleg jó eredménnyel dolgozik egy olyan szabályozó berendezés, mely az elegy nedvesítését az elegy gázátbocsájtó képessége, permeabilitása alapján szabályozza.

A szabályozó berendezés azon az elven dolgozik, hogy a zsugorítógépekre feladott elegyen keresztül egy ventillátor állandó nyomásviszonyokat biztosít. Az állandó nyomás mellett átbocsátott levegő mennyisége adott elegy esetében az elegy nedvességtartalmának függvénye. A levegőmennyiséget mérő műszer ad impulzust a villamos tolózárak felé, melyek a kapott impulzus alapján szabályozzák be az optimális vízmennyiséget.

A keverődobok a hagyományos megoldástól eltérőleg tömör gumitárcsás dörzs-meghajtással teljesen egyenletesen, berezgés nélkül üzemelnek.

A zsugorítási folyamat szabályozott. A szabályozók körébe tartoznak:

— a tüzelőanyag mennyiség, mint az elegybetétsúly és a visszatérti bunkerállás függvénye;

— visszatérti mennyiség, mind az elegybetétsúly és visszatérti bunkerállás függvénye;

— vízmennyiség, mind az elegybetétsúly és a gázátbocsátóképesség függvénye;

— elegybetétsúly, mint a szalagsebesség függvénye;

— begyújtó gázmennyiség, mint a gyújtókemence hőmérséklet függvénye;

— szalagsebesség, mint a hőmérsékleti maximum függvénye;
— hűtési sebesség, mint a szalagsebesség függvénye.

Általában a megtekintett művek jó szervezettséggel, kis létszámmal dolgoznak, a beépített gépek és berendezések üzemi megbízhatósága és tartóssága magas fokú.

A kohók általában 1000—1700 m^3-esek és jelenleg tervezés, illetve kivitelezés alatt áll Brémában egy 3000 m^3-es nagyolvasztó, melyet 1973-ban terveznek üzembe helyezni.

Jelenleg ellennyomást kohóknál nem alkalmaznak, a tervezetteknél azonban már 2 atü ellennyomással fognak dolgozni. A szóban forgó nagyolvasztók terveit japán és amerikai tapasztalatok alapján készítették. A tervezett nagyolvasztó medence átmérője 12 m. Oxigént is alkalmaznak olajbefúvás mellett általában azoknál az üzemeknél, ahol az LD acélgyártáshoz épített oxigéngyárak fölös kapacitással rendelkeznek. Jelenleg általánosságban az elegyben kb. 50—70% a zsugorítmány, azonban az elkövetkező években pelletizáló üzemek építésével közel 100%-ban előkészített elegy adagolásával számolnak.

Ma még nem eldöntött, hogy a művek pelettel való ellátása decentralizáltan, vagy egy központi műből fog történni, vagy esetleg a pelleteket külföldről szerzik be.

Az elegykihozatal 55—60%, a fajlagos kokszfogyasztás (száraz koksz) 60—90 kg/t, olajbefúvás mellett 450—500 kg/t nyersvas. A kipo 0,55—0,70 között van, a medenceterhelés 45—60 t nyersvas/m^2 24^h. A salakmennyiség igen kedvező 300—350 kg/tnyv. Neunkirchen-ben a kis salakmennyiség és a nagy kéntartalmú koksz miatt a zsugorítómű elegyébe annyi granulált salakot adagolnak, hogy a fajlagos salakmennyiség meghaladja a 300 kg-ot.

Mindegyik megtekintett üzemben az adagolás szabályozására sikeresen alkalmazzák a változtatható torokvédő öntvényeket. Több helyütt külső tűzaknás léghevítőket alkalmaznak, amelyek kupolái szilikatéglával vannak falazva. Neunkirchen-i üzemben az egyes kohók adagolása programozva, közös szalagrendszerű adagolással történik.

A Hoesch művek három kohójánál számítógépes szabályozást alkalmaznak. Először az elegymérlegekről átadott kohóbetét súlyszerinti ellenőrzését és súly kiegyenlítését vitték számítógépekre, majd egyik kohónál a szilárd betét ellenőrzésén kívül folyamatos hőtartalomszámítást és a nyersvas Si-tartalom bizonyos határai között viszonyszabályozást is végeznek. Az eredményről elég eltérőek a vélemények, de folytatják a kísérleteket bővítik a rendszert, frissítik a bérbevett gépparkot, mert a jövő útját látják benne.

A Lurgi kutató és kísérleti intézetben igen értékes felvilágosításokat kaptak szakembereink, elsősorban a zsugorítóművek automatizálási lehetőségére vonatkozóan, továbbá a közvetlen ércredukálási eljárásokról. A Lurgi az általa szállított ércredukáló műveknél az SL/RN eljárást alkalmazza, melynek lényege, hogy a redukciót forgódobos kemencében végzi és redukáló anyagként szilárd tüzelőanyagot alkalmaz.

Természetesen vannak tervek, ahol redukáló anyagként földgázt, illetve olajat használnak. A többfelé terjedő úgynevezett „mini" kohászati üzemek tervezésével is foglalkoznak, amely üzemekben a redukáló vasszivacsgyártó üzemeket folyamatos adagolású elektrokemencével és folyamatos öntőművel kapcsolják össze. Ezeknek az üzemeknek kapacitása 200 000 t/év fölötti nagyságrendű.

Meg kell említeni, hogy a VDEh és valamennyi meglátogatott üzem vezetői készséggel állottak szakembereink rendelkezésére, az érdeklődésre a legszélesebb körű információkat adták. Lehetőség nyílt olyan megoldások megismerésére, melyek hazai üzemeinkben a közeljövőben hasznosíthatók, vagy a kohászat távlati fejlesztésének kialakításánál figyelembe vehetők.

Várszegi Zoltán

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk KGYV Helyi Csoportja okt. 7-én klubdélutánt tartott, mely során *Selmeczi Béla* tervezési főmérnök, a helyi csoport vezetőségi tagja előadást tartott a „Kohászati tervezések helyzete a KGST országokban" címmel.

A színvonalas előadás részletesen foglalkozott a szovjet, bolgár, román, lengyel, csehszlovák, NDK Ernst Thälmann és magyar tervező intézetekben alkalmazott tervezési, valamint bonyolítási módszerekkel. Az előadást a helyi csoport mintegy harminc tagja hallgatta meg és többen hozzá is szóltak.

A hozzászólások kiértékelését és kiegészítését *Farkas Sándor* műszaki igazgatóhelyettes, a helyi csoport elnöke tartotta. Összefoglalójában kiemelte, hogy a KGST országok többségében a feladatok eltérnek ugyan a mi feladatainktól, de vannak megoldások — pl. modelezés, zsűrizés, stb. — melyeket a KGYV tervezési főmérnökségének feltétlenül meg kell honosítania.

Tölgyesi Zoltán

*

A Vaskohászati Szakosztály *okt. 26-i vezetőségi ülésén* első napirendi pontként *dr. Tardy Pál* titkárhelyettes részletesen beszámolt a Dunaújvárosban okt. 12—15. közt tartott hidegalakítási konferenciáról. A résztvevők száma 210 felett volt, ebből 11 országból 54 külföldi. A rendezés jól sikerült, az előadások mindhárom szekcióban nagy érdeklődést váltottak ki. Az előkészítésben és a lebonyolításban való aktív részvételért köszönet illeti a Dunai Vasmű, a MVAE, a KGMTI és a VASKUT vezetőségét, valamint az itt dolgozó és a szervezésben aktívan résztvett tagjainkat. *Szalay Géza*, a DV csoport titkára a Városi Tanács VB és a DV Igazgatóság köszönetét tolmácsolta azért, hogy ez a szakmailag kiemelkedő konferencia Dunaújvárosban került megrendezésre.

Második napirendi pontként a legutóbbi titkári értekezletekről számolt be *dr. Tardy Pál*. Ezeken a szakosztályok 1971. évi pénzügyi helyzetét vizsgálták meg. Megtárgyalták továbbá a 35 évnél fiatalabb tagjaink részére küldött közvéleménykutató felhívás ügyét, valamint a Titkárság munkáját felülvizsgáló szakértők jelentését. El kell kezdeni az 1972. évi munkaterv készítését.

Nagy Zoltán elnökhelyettes ezzel kapcsolatban kérte, hogy a fokozott takarékosságot figyelembe véve készítsék el a helyi csoportok és szakcsoportok az 1972. évi munkatervet.

Nagy Zoltán elnökhelyettes ezután a tervezett ónozott lemez szemináriun szervezésének állásáról tájékoztatta a vezetőséget. Bejelentette továbbá, hogy a KGMTI-ben önálló helyi csoport alakul.

Végül a vezetőség részletesen megvitatta az 1972-ben Miskolcon tervezett metallurgus-alakító konferencia ügyét. Főleg a tematikai és szervező bizottság mielőbbi megalakítása okoz gondot. Felmerült az a javaslat, is, hogy az összevont konferencia csak 1973-ban kerüljön megrendezésre, miután 1972-ben igen aktuálisnak látszanék egy kohászati üzemgazdasági konferencia tartása. (OA)

*

Süllyesztékes kovácskonferencia Csepelen

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya és a Csepeli Acélmű 1971. okt. 26-án a Csepel Művek Munkásotthonában egésznapos konferenciát rendezett a süllyesztékes acélkovácsolás csepeli vonatkozásairól.

A mintegy 80 résztvevő előtt a konferenciát *dr. Markó József*, az Acélmű igazgatója nyitotta meg és bevezető előadásában méltatta az acélmű kovácsoló gyáregységében elért eddigi fejlődést, illetve további célkitűzéseit.

Összefoglaló bevezetője végén megköszönte a konferencia rendezőinek és előadóinak fáradozását és valamennyi résztvevőnek eredményes munkát kívánt.

A megnyitás után a konferencia résztvevői előtt a következő előadások hangzottak el:

Mezei József: Süllyesztékes kovácsolás fejlesztése a IV. ötéves tervben

Buczkó János: Süllyesztékes kovácsolási technológia fejlesztése

Lovas Ferenc: A süllyesztékes üzem korszerűsítése a gépi kapacitás növelése érdekében

Mydlo Antal: A süllyesztékes kovácstermékek hőkezelése, új nemesítő agregát üzembe helyezése

Mészáros Vendel: Korszerű minőségi átvétel a süllyesztékes kovácsdaraboknál

Knopp Ferenc: Süllyesztékes szerszámellátás kérdései

Somogyi György: Süllyesztékes szerszám élettartam növelése

Lápócsi József: Új szikraforgácsoló berendezés üzembe helyezése

Farkas Ferenc: Süllyesztékes kovácstermékek gyártásának gazdaságossága.

Az előadások jól voltak ütemezve, a szemléltető anyag vetítése többségben világos és érthető volt, és a rendezőség ügyelt arra, hogy legalább két óránként szünetet iktasson az előadások közé. Így az első négy előadás után frissítőt, az ezeket követő három eladás után a helyszínen ebédet szolgáltak fel.

Ebéd utánra két előadás jutott, majd *Kovács József* gyárrészleg vezető vette át az irányítást és vezette le az előadásokat követő hozzászólásokat. Az öt hozzászóló részben kiegészítette az előadásokon elhangzottakat, részben szerencsekívánatait fejezte ki a szerény keretek között megvalósult, de mégis impozáns eredményekhez.

Kovács József a hozzászólásokat lezárva, méltatta a hozzászólók törekvéseit és választ adott a felmerült kérdésekre.

A konferenciát beütemezett időben *Köves Ferenc* műszaki igazgató helyettes rekesztette be.

*

Köztudott, hogy a csepeli kovácsológyár a múltból nehéz örökséggel indult; rendezetlen, zsúfolt telepítése minden fejlesztési törekvést a megszokottnál jóval nehezebbé teszi. A kovácsológyár műszaki kollektíváját dicséri az a tény, hogy a súlyos örökség ellenére eredményeket tudott elérni a fejlesztés terén akkor, amikor az új gazdasági rendszer nem nagyon bátorít hossza dalmas és konvertibilis valutából fedezendő beruházásokra. Az elért eredmények a Csepeli Acélmű süllyesztékes kovácstermékeit nemzetközi szintre emelik és ezáltal a hazai piacon vonzóvá teszik, a nemzetközi piacon pedig versenyképességet biztosítanak számukra.

Mindez a konferencián elhangzott kilenc előadásból sokkal szerényebb keretek között derült ki, mint amilyen keretet maguk az eredmények megérdemelnének. Ez a szerénység azonban előnyére vált a rendezvénynek, mert mentessé tette minden elítélendő hivalkodástól. Lapunk szerkesztősége nevében ezúton kívánunk további sikereket a Csepeli Acélmű vezetőségének és kovácsoló szakembereinek munkájukhoz.

rj

Dr. h. c. STASNEY ALBERT

1889—1971

Szomorú szívvel, megrendülten vettük a hírt, hogy 1971. szept. 28-án eltávozott az élők sorából a gondolatkifejezés nagy mestere, a soproni egyetemen az ábrázoló geometriai tanszék volt tanára, *dr. Stasney Albert* professzor.

Temetése okt. 4-én volt. Az Erdészeti és Faipari Egyetem aulájában ravatalozták fel és onnan kísérték utolsó útjára, családtagjai, rokonai, az egyetem oktatói és hallgatói, tisztelői és barátai, volt tanítványai, hogy kegyelettel mondjanak búcsút a kiváló professzornak.

Az Erdészeti és Faipari Egyetem nevében *dr. Cziráki József* egyetemi tanár, a Faipari Mérnöki Kar dékánja az Ábrázoló Geometriai Tanszék nevében *dr. Gunda Mihály* egyetemi tanár, dékán, a Miskolci Nehézipari Egyetem nevében *dr. Kiss Ervin* egyetemi tanár, dékán, a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Szakoktatási Főosztálya nevében *Pozsgai Ottó*, az Erdészeti Tudományos Intézet képviseletében *dr. Danszky István*, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület nevében a Soproni Csoport elnöke, *Nagyzsadányi Endre* igazgató búcsúztatta az elhunytat.

Dr. Stasney Albert 1889. november 16-án született Déván. Főiskolai tanulmányait Selmecbányán, a Bányászati és Erdészeti Főiskolán végezte, ahol 1912-ben szerzett fémkohómérnöki oklevelet. Oktatói pályafutását is ebben az évben kezdte meg a Bányászati és Erdészeti Főiskola Ábrázoló Geometriai Tanszékén, mint tanársegéd. 1915-ben bevonul katonának, részt vesz az első világháborúban, ahol súlyosan megsebesül. Felgyógyulása után nem teljesít tovább harctéri szolgálatot, hanem 1917—18-ban egy kohóüzem vezetésével bízzák meg.

Az első világháború befejezése után a Főiskola visszahívta és megbízták a Főiskola Selmecbányáról Sopronba történő átköltözésének irányításában való résztvétellel. Neki köszönhető nagyon sok szellemi és anyagi érték megmentése és Sopronba való áttelepítése.

Elődje, *dr. Fodor László* professzor halála után bízták meg Sopronban az Ábrázoló Geometriai Tanszék vezetésével. 1929-ben rendkívüli egyetemi tanárnak, egyetemi nyilvános rendes tanárrá pedig 1937-ben nevezték ki.

A Soproni Főiskolán, majd az Egyetemen Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karán tevékenykedett, oktatott nyugalomba vonulásáig. Az egyes átszervezések után is ő maradt az Ábrázoló Geometriai Tanszék vezetője. A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen is az ábrázoló geometriai oktatás megszervezéséhez nagy

segítséget és útmutatást nyújtott. Az ábrázoló geometria tananyagának oktatása mellett megszervezte a géprajz oktatását is.

Oktató munkáját fáradhatatlanul végezte 51 éven keresztül. Ezen idő alatt több ezer bánya-, kohó-, erdőfaipari-, geofizikus és földmérőmérnököt oktatott, tanított.

Stasney professzort a mérnökképzésben elért kiemelkedő munkásságáért 1953-ban a Munka Érdemrend arany fokozatával tüntették ki. Az erdőmérnökképzés területén elért eredményeit az Erdészet Kiváló Dolgozója kitüntetéssel jutalmazták. Az oktatás és kutatás területén elért eredményeit a *Mikovony Sámuel emlékérem* adományozásával ismerték el. Fémkohómérnöki oklevelének megszervezése és gyakorlati munkája 50 éves évfordulója évében fémkohómérnöki aranydiplomával tüntették ki.

Az egyetem által adományozható egyik legmagasabb kitüntetésben 1962-ben részesült, amikor diszdoktorrá történt avatása fejezte ki az Alma Mater háláját és tiszteletét.

Hosszú, eredményekben gazdag oktató-nevelő munka után vonult nyugalomba 1963-ban. Nyugalomba vonulása után sem szakított az egyetemmel, látogatásai mindig eseményszámba mentek. Tanácsai, javaslatai megszívlelendők voltak, segítséget nyújtott velük. Mindig szeretettel gondolt az ősi intézményre, az egyetem oktatóira, dolgozóira, főleg pedig a hallgató ifjúságra.

Színvonalas előadásaira a legnagyobb lelkiismeretességgel készült fel. A hallgatóság nevelését elsősorban kötelességteljesítő életmódjával, munkaszeretetével, a mérnök pálya iránti rajongásával, példamutatással segítette és végezte. Véleményt mindig nyilvánított, sokszor korholt is, ha úgy érezte, hogy azzal segíti a fiatal leendő mérnökök jellemének formálását. A munkasikerek örömének megismertetésével tevékeny, aktív mérnökök formálását sikerült biztosítani. 51 évig tanított *Stasney* professzor a katedráról, ha előadásait tartotta. Tanított, ha a rajzteremben megállt a hallgatók háta mögött és kézbe vette a rajzeszközöket. S miközben a rajz technikájának ismertetését végezte, néhány szóban mindig nevelt is. Maradandó élmény és tanulság volt egy-egy ilyen eset az azóta már mérnökké vált generációk és emberek életében. De nevelte *Stasney* professzor a hallgatóságot akkor is, amikor haza, vagy egyetemre vezető sétája közben a hozzá oly gyakran csatlakozókat tanácsokkal látta el. Munkatársait és dolgozótársait is ellátta tanácsokkal, amikor a tanszéki munkában eligazítást adott.

Tanító mester volt, aki életét szentelte annak, hogy a fiatalság nevelésében a lehető legtöbbet tudja nyújtani. Elmondható róla, hogy az ősi Alma Mater egyik leginkább becsült és szeretett professzora volt.

Sok-sok volt hallgatója és kartársa nevében veszünk búcsút az ősi Alma Mater nagyszerű és tisztelt professzorától, aki hosszú fáradságos munkás élet után örök pihenőre tért. Emlékét kegyelettel őrizzük.

*

Nagyzsadányi Endrének a soproni helyi csoport elnökének búcsúszavaiból az alábbiakat idézzük:

Egyesületünk Elnöksége, Soproni Csoportja és a Sopronban végzett kohászok nevében búcsúzom *dr. Stasney Albert* professzor úrtól, akit Egyesületünk a tudományos kutatómunka és oktatói tevékenység terén szerzett kiemelkedő érdemeinek elismeréseképpen 1969-ben a „Mikoviny Emlékéremmel" tüntetett ki.

Búcsúzom a kiváló egyéniségtől, a nagyrabecsült és mindenki által szeretett professzorunktól, aki fél évszázadon keresztül generációkat nevelt hazánk mérnök társadalmának, tanította és nevelte a bánya-, kohó-, és erdőmérnök, majd később a faipari mérnök nemzedéket is. Attól a rendkívüli egyéniségtől és tudóstól, aki utolsó tagja volt a sok kiváló selmecbányai professzornak.

Mély megilletődéssel és fájó szívvel állok itt szeretett professzorom nyitott sírjánál és mondok az Egyesület Elnöksége, sok-sok volt hálás tanítvány nevében is utolsó

Jó szerencsét

(Sz L)

Műszaki és gazdasági hírek

Az arab világ vaskohászata

Néhány évvel ezelőtt még nem beszélhettünk az arab világ vaskohászatáról, de ma már az Arab Liga 9 legfontosabb országa 23 kohászati üzemmel rendelkezik, s az arab országok együttes acéltermelése meghaladta a 3 millió t/év nagyságrendet. Ezen 9 ország által előállított acéltermékek cikkenkénti bontásban csaknem 2,9 millió t/év mennyiséget tesznek kis

400 000 t tuskó	30 000 t ónozott huzal
380 000 t rúd-idom	39 000 t hosszvarratú cső
624 000 t betonacél	144 000 t spirálvarratú cső
295 000 t lemez	450 000 t különféle egyéb acéltermék
500 000 t huzal	

Az *EAK* öt üzemének évi termelése: 300 000 t különféle acéltermék, 380 000 t rúdacél, 230 000 t betonacél, 105 000 t lemez, 250 000 t huzal, 30 000 t ónozott huzal, 12 000 t hosszvarratú és 6000 t spirálvarratú cső.

Algéria szintén öt üzemmel rendelkezik, melyek évi termelése: 400 000 t tuskó, 40 000 t betonacél, 150 000 t lemez, 250 000 t huzal, 12 000 t hosszvarratú és 78 000 t spirálvarratú cső.

Libanon négy üzeme évi 140 000 t betonacélt, 20 000 t lemezt és 28 000 t spirálvarratú csövet állít elő.

Tunéziában három üzem működik, évi termelésük: 150 000 t különféle acéltermék, 75 000 t betonacél, 20 000 t lemez, 5000 t hosszvarratú cső.

Jordánia két üzemének évi termelése: 40 000 t beton acél, 10 000 t hosszvarratú cső.

Szíria egyetlen üzeme évente 75 000 t betonacélt gyárt.

Líbia ugyancsak egy üzemmel rendelkezik, amely évi 24 000 t betonacélt termel.

Iraknak szintén egy üzeme van, évi termelése 20 000 t spirálvarratú cső.

Kuwait egy kis üzemmel rendelkezik csak, melynek termelése évi 12 000 t spirálvarratú cső. (P)

Le Commerce du Levant, 1971. május.

*

Az osztrák nagy acélgyártó vállalatok megegyeztek abban, hogy szorosan együttműködnek kutatások, találmányok és adatszolgáltatások terén. Az egyezség ez év januárjában lépett érvénybe és eddig ahhoz a Böhler, Felten—Guilleaume, Alpine, Schöller—Bleckmann és VOEST csatlakozott. (Szy)

Stahl und Eisen, 1971. 10.

*

A japán Kawasaki Steel Indonéziában épít egy csőhegesztő üzemet, amely 1972-től évi 20 000 t vékony acélcsövet fog gyártani. Ugyanez a vállalat horganyzó vonalat is felépít és ezzel Indonézia évi 13 000 t horganyozott acéllemez termelése megkétszereződik. (Szy)

Iron and Steel Engineer, 1971. február.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

Dezoxidáció vizsgálata elektronsugaras vákuumkemencében

PÁSZTOR GEDEON okl. kohómérnök
Csepeli Fémmű

DK.: 669.3.046.55 : 543.242 : 621 : 365

A dolgozat tömegspektrometrikus mérések elemzése útján tisztázza az elektronsugaras olvasztás során végbemenő dezoxidációs folyamatok kinetikai modelljét. Különböző oxigéntartalmú réz dezoxidálásának esetére ad meg számszerű eredményeket és ír le számításokhoz használható egyenletet.

Előző közleményünkben [3] beszámoltunk arról, hogy az elektronsugaras (ES)-kemence anyagcseréje teljes egészében a gázfázison keresztül zajlik le. Ez kézenfekvő lehetőséget nyújtott arra, hogy az ES kemencét tömegspektrométerrel összekapcsolva, az így alkotott rendszert, mint nagyhőmérsékletű vákuumderivatográfot működtessük *(1. ábra)*. Különleges előny, hogy az olvasztás üzemszerű lefolyását nem zavarjuk, tehát a valóságos üzemi állapotot regisztráljuk, és a mérések eredményei a valóságos technológiai paraméterek függvényében is megadhatók. Mérési eredményeink értékelésénél ki is használtuk ezt a lehetőséget, és minden összefüggést a technológiai paraméter és a fizikokémiai állapothatározó függvényében megadtunk.

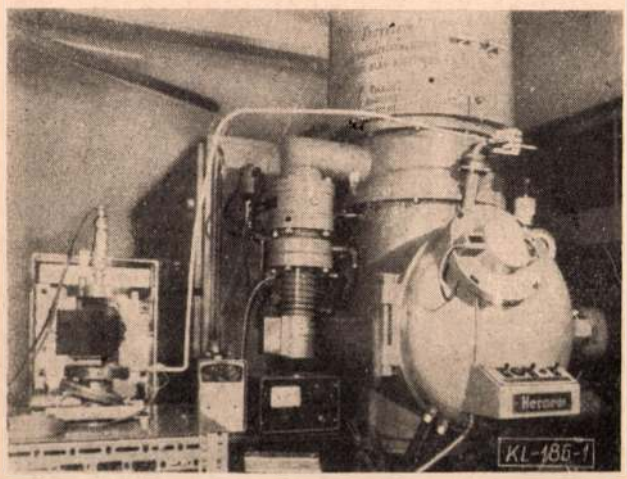
Kísérleti feltételek

A kísérleteknél két természetes kemenceparaméter függvényében *olvasztottunk:*

1. V_L(osztás)-leeresztési sebesség, amely a kemencén potenciométerrel állítható és műszerrel ellenőrizhető érték.

Összefüggése az irodalomban gyakorta használatos olvasztási sebességgel:

$$V\left[\frac{\text{kg}}{\text{ó}}\right] = 7{,}5 + 3{,}55 \cdot V_L \qquad (1)$$



1. ábra. Az összekapcsolt tömegspektrométer és ES-kemence

Az olvasztási sebesség és a számunkra fizikokémiai paraméterként rendkívül lényeges fajlagos olvasztási idő között fordított arányosság áll fenn

$$\frac{3600}{V} = t_{\text{fajl}}\,[\text{sec/kg}] \qquad (2)$$

A paraméterrendszer összetartozó értékeit az *1. táblázat* tünteti fel.

1. táblázat

A paraméterrendszer összetartozó értékei

V_L (osztás)	V (kg/ó)	t_{fajl} (sec/kg)
1	11,02	327,6
2	15,05	239,8
4	22,02	163,8
6	28,24	127,4
10	43,26	83,2
16	65,45	55,0
20	78,52	45,7

2. A másik paraméter, amely a kemencén állítható, az elektronsugár árama (I_s). Ez azzal az áramerősségnek az összegével egyenlő, amelyet a három elektronsugár, mint vezető továbbít.

Összefüggése az irodalomban általában használt energiasűrűséggel $\left([W] = \frac{\text{kW}}{\text{cm}^2}\right)$:

$$W\left[\frac{\text{kW}}{\text{cm}^2}\right] = \frac{I_s[A] \cdot U\,[\text{kV}]}{A\,[\text{cm}^2]}, \qquad (3)$$

ahol U (kV) gyorsítófeszültség.

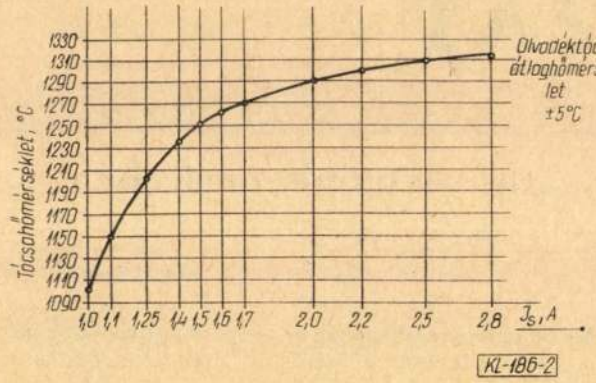
A (cm^2) hatásos felület.

Szándékosan nem használjuk az energiasűrűséget, mint független változót, mert nem tartozik a ES kemence közvetlenül állítható paraméterei közé, és mert fizikokémiai szempontból éppen a hatásfelülettől való függése miatt nem egzakt módon definiált.

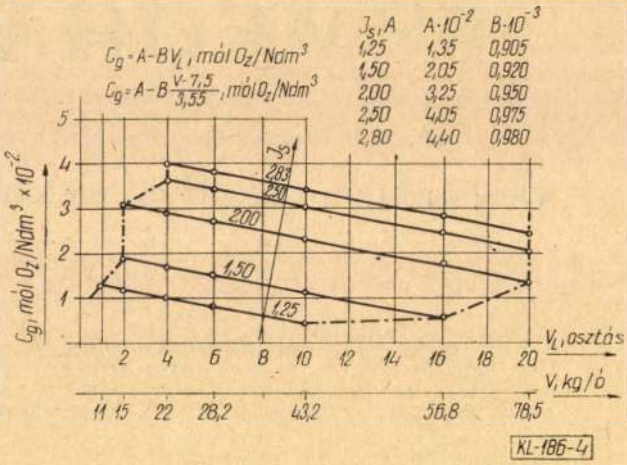
I_s értéke viszont egyértelműen meghatározza a tócsa felületének átlaghőmérsékletét, ha a sugáralakot és eltérítést konstans értéken tartjuk. I_s és a °C-ban mért hőmérséklet összefüggését a *2. ábrán* látható diagramm adja meg.

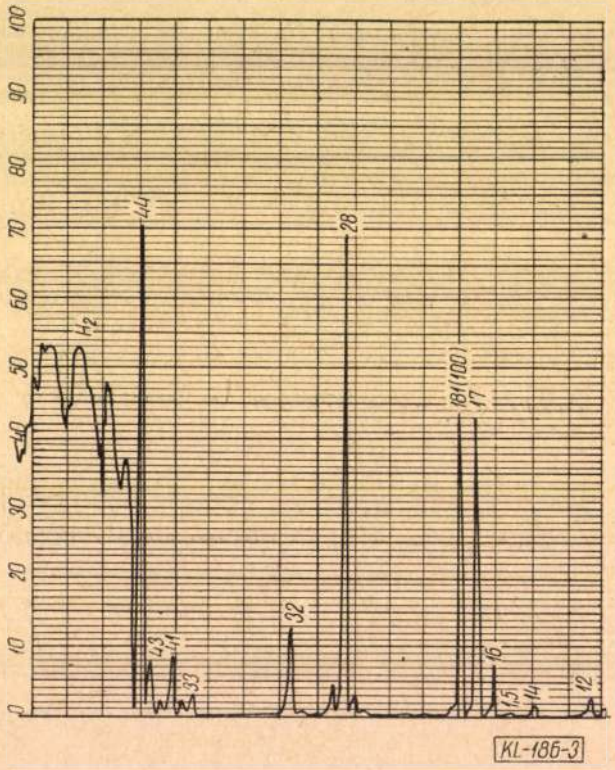
A kísérletek során az elektronsugár radiális és tangenciális eltérítését kedvező konstans értéken tartottuk.

Az olvasztások folyamán folyamatosan vettünk fel tömegspektrumokat. Ilyen jellegzetes spektrumot mutat be a *3. ábra*. A spektrumokat H_2, H_2O, CO, CO_2, O_2, N_2, C_xH_y és CH_4 gázokra értékel-

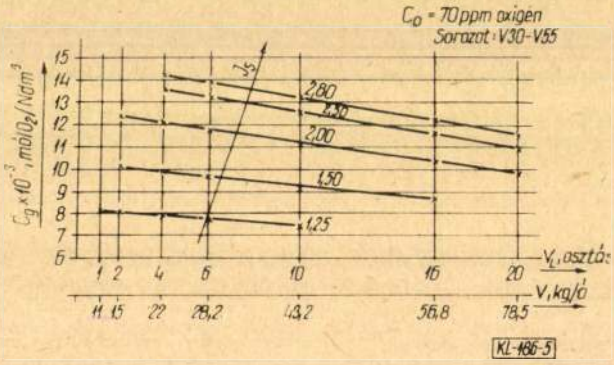


2. ábra. I_s és a hőmérséklet összefüggése

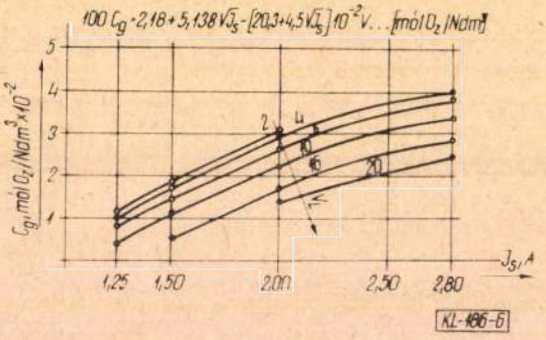


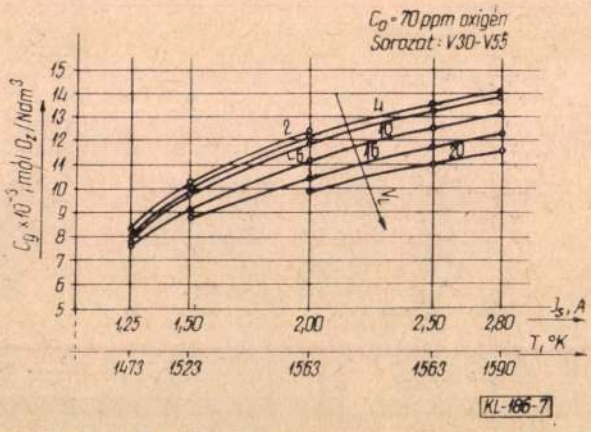


3. ábra. Jellegzetes tömegspektrum



4. és 5. ábra. A gáztér oxigénkoncentrációjának változása





6. és 7. ábra. A gáztér oxigénkoncentrációjának értékei a sugáráram, ill. a hőmérséklet függvényében

tük, és meghatároztuk ezek parciális nyomását, valamint a kemencetér össznyomását. A kemencetér gázösszetételének ismeretében a H_2O, CO, CO_2 és O_2 értékeit oxigénre számoltuk át, mivel ezek voltak a dezoxidációs termékek. Ilyen alapon számítottuk a gáztér oxigénkoncentrációját.

Két különböző oxigénkoncentrációjú alapanyagból indultunk ki és végeztünk sorozatolvasztásokat. Az egyik anyag kiindulási oxigéntartalma C_0=3080 ppm volt, a másiké C_0=70 ppm.

A *4.* és *5. ábra* a gáztér oxigénkoncentrációjának (C_g) változását mutatja be az olvasztási sebesség függvényében. A *6.* és *7. ábra* a gáztér oxigénkoncentrációjának értékeit a sugáráram, ill. hőmérséklet függvényében tünteti fel.

Az ábrákon feltüntetett görbék egyenletét és hibáját komputerrel határoztuk meg.

Néhány görbe egyenletét — példaként — az alábbiakban közöljük:

70 ppm-es kiindulási oxigéntartalomnál:
ha $I_s = 2{,}0$ A,

$$C_g = 0{,}1393 \cdot 10^{-3} V_L + 12{,}635 \cdot 10^{-3} \pm \pm 0{,}042 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{mól } O_2}{\text{N dm}^3}\right] \quad (4)$$

ha $I_s = 1{,}25$ A,

$$C_g = -0{,}0887 \cdot 10^{-3} V_L + 8{,}326 \cdot 10^{-3} \pm \pm 0{,}039 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{mól } O_2}{\text{N dm}^3}\right] \quad (5)$$

ha $V_L = 10$,

$$C_g = -1{,}541 \cdot 10^{-3} \cdot I_s^2 + 9{,}801 \cdot 10^{-3} \cdot I_s - -2{,}22 \cdot 10^{-3} \pm 0{,}09 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{mól } O_2}{\text{N dm}^3}\right] \quad (6)$$

ha $V_L = 16$,

$$C_g = -0{,}66 \cdot 10^{-3} \cdot I_s^2 + 5{,}55 \cdot 10^{-3} \cdot I_s + + 1{,}93 \cdot 10^{-3} \pm 0{,}007 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{mól } O_2}{\text{N dm}^2}\right] \quad (7)$$

A gáztér oxigénkoncentrációjának, valamint a szivattyútelep szívósebességének *(S)* ismeretében — amely esetünkben átlagosan $6 \cdot 10^{-4}$ Ndm³/sec volt — már számolni lehet az olvasztás során a fémből eltávolított oxigén mennyiségét és a maradó oxigéntartalmat.

A
$$\Delta c = C_g \cdot S \cdot t_{\text{fajl}} \quad (8)$$
egyenlet alapján számoltunk,

ahol c a t_{fajl} idő alatt a fémből eltávolított oxigén mennyisége (mól/kg),
C_g a gáztér oxigénkoncentrációja (mól/Ndm³)
S a szivattyútelep szívósebessége (Ndm³/s),
t_{fajl} a fajlagos olvasztási idő (sec/kg).

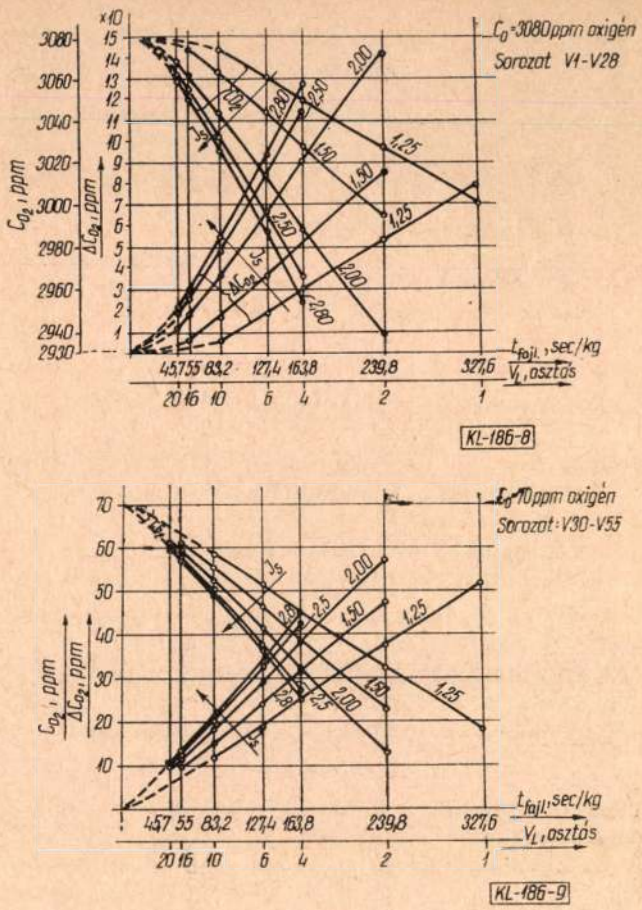
Ezen számítások eredményét mutatja be a *8.* és *9. ábra* a fajlagos olvasztási idő függvényében.

A maradó oxigéntartalmat *Balzers* EAO-201 típusú oxigénmeghatározóval elemeztük, és az így kapott értékek jól összhangban vannak a spektrometrikus mérésből számolt eredményekkel.

A folyamatok leírása alkalmas matematikai modellként — mint azt már előző közleményünkben [3], részletesen taglaltuk — az anyagátadás legáltalánosabb egyenletét választottuk [1].

$$-\frac{\partial c}{\partial t_{\text{fajl}}} = \text{div}\,[c\bar{v}] - \text{div}\,[D\,\text{grad}\,c] + + w\beta(c_2 - c_1) + k\pi c^x, \quad (9)$$

ahol c az oxigén pillanatnyi koncentrációja az olvadékban (mól/cm³)
t olvasztási idő (s)
$\bar{v}$ az áramló fémolvadék sebessége (cm/s)
D diffúziós állandó (cm²/s)
ω fajlagos felület (cm²/cm³)
β arányossági tényező (cm/s)
c_2 koncentráció a 2-es fázisban (mól/cm³)
c_1 koncentráció az 1-es fázisban (mól/cm³)
k a reakció sebességi állandója
x a reakció rendűsége



8. és 9. ábra. Az eltávolított oxigén mennyisége a fajlagos olvasztási idő függvényében

Kinetikai vizsgálatok segítségével megállapítottuk [3]; hogy:

1. az olvasztási csúcs és a lecsepegés zónájára nézve

$$\frac{\partial c}{\partial t} = 0$$

2. az olvadéktócsára — és 1. pontból adódóan — az egész olvasztási térre vonatkozóan:

$$\text{div}\,(c\bar{v}) = 0$$
$$\text{div}\,(D\,\text{grad}\,c) = 0$$
$$\omega\beta \cdot (c_2 - c_1) = 0$$

Ezekből következik, hogy matematikai modellünk a

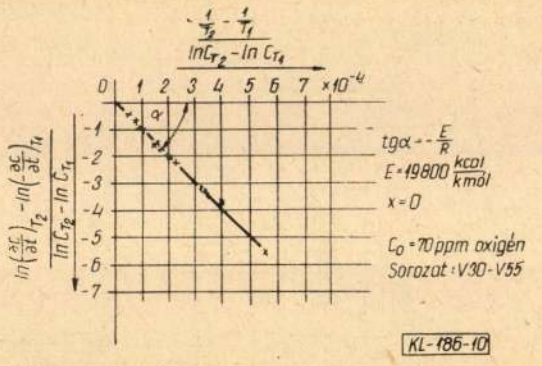
$$-\frac{\partial c}{\partial t} = kc^x \quad (10)$$

alakot veszi fel.

Ezt a modellt tömegspektrometrikus méréseink alapján már könnyűszerrel megoldhatjuk.

Mindenekelőtt meg kell állapítanunk a folyamatot szabályozó reakció rendűségét. Ezt a következő egyenlet [2] alapján végeztük

$$\frac{\ln \dfrac{\left(-\dfrac{\partial c}{\partial t}\right)_{T_2}}{\left(-\dfrac{\partial c}{\partial t}\right)_{T_1}}}{\ln \dfrac{c_{T_2}}{c_{T_1}}} = -\frac{E}{R} \frac{\left(\dfrac{1}{T_2} - \dfrac{1}{T_1}\right)}{\ln \dfrac{c_{T_2}}{c_{T_1}}} + x \quad (11)$$



10. ábra. Számítás alapján felvett diagramm

a hol E a reakció aktiválási energiája (kcal/kmól)
c az olvadék t időpontban mérhető oxigénkoncentrációja (mól/cm³)
T abszolút hőmérséklet (°K)
x a reakció rendűsége.

A T_1 és T_2 indexek a megfelelő mennyiségek ezen hőmérsékleten mért értékeit jelentik.

A számításaink alapján felvett diagrammot a *10. ábra* mutatja be. Látható, hogy az egyenes az origóban metszi az ordinátát és ebből adódóan:

$$x=0$$

tehát zérusrendű a folyamat sebességét meghatározó reakció.

Az egyenes iránytangenséből számolt aktiválási energia, amely 1473 °K—1590 °K között érvényes átlagos érték:

$$E=19\,800 \text{ kcal/kmól}$$

A reakció zérusrendűségéből adódóan [10] egyenletünk az alábbi formára egyszerűsödik:

$$-\frac{\partial c}{\partial t}=k \qquad (12)$$

Ennek integrálásával kapjuk azt az egyenletet, amelynek segítségével az ES olvasztás elért során oxigénkoncentráció számolható:

$$c=C_0-kt_{\text{fajl}}, \qquad (13)$$

ahol C_0 a $t_{\text{fajl}}=0$ időhöz tartozó kiindulási oxigénkoncentráció.

A k értékére nézve felvilágosítást kapunk, ha a (13) egyenletet a (8) egyenlettel vetjük össze. Az összevetésből

$$k=C_g \cdot S \qquad (14)$$

egyenlet adódik.

Mivel S értéke esetünkben konstans, k értékének az olvasztási hőmérséklettől, a fajlagos olvasztási időtől, valamint a kiindulási (C_0) oxigénkoncentrációtól való függését éppen C_g megfelelő változásai reprezentálják, amelyeket már a *4., 5., 6.* és *7. ábrán* bemutattunk.

A kialakított modellből az olvasztási térben lejátszódó dezoxidációs folyamatokra nézve még további következtetéseket is levonhatunk:

1. ES olvasztás során a dezoxidálás sebességét meghatározó folyamat az oxidok gőzölgése.

2. Az olvadéktócsa felületéről a nagysebességű elektronokkal telített térbe jutó oxidgőzrészecske bomlik és az olajgőzök bomlásából származó H és C a képződő szabad oxigént azonnal elfogyasztja.

E tények helyességét aláhúzza az, hogy a gőzölgésre jellemző zérusrendűséget éppen a gáztér oxigéntartalmú vegyületeinek elemzése alapján határoztuk meg, valamint az, hogy a tömegspektrumokban a dezoxidációs folyamat idején közvetlenül kimutatható volt a magasabbrendű szénhidrogének bomlása, elemi karbon megjelenése, valamint a CO, CO_2 és H_2O koncentrációjának nagymérvű megnövekedése.

Érthető az is, hogy a rézoxid miért nem bomlik közvetlenül az olvadék felületén: a kis aktivitási koefficiens miatt az olvadékhőmérséklet nem ad erre lehetőséget. Ha viszont az oxidgőz-részecske a nagy elektronkoncentrációjú térbe jut, hőveszteségе csak sugárzás révén van, könnyen felhevül és bomlása tökéletesnek mondható.

Az elektronsugaras olvasztás során méréseink szerint a gáztérben közel egyensúlyi oxigénkoncentráció (molekuláris oxigén) alakul ki $\sim 1 \cdot 10^{-9}$ Torr parc. nyomással. (Műszerünk 10^{-13} Torr parc. nyomások kimutatására is alkalmas.)

Ez hasonlít *H. Förster* acélnál mért értékeihez, de míg Förster az oxigén hiányát szorpcióval magyarázza, addig méréseink szerint az ilyen kis oxigén parc. nyomás a csaknem egyensúlyig jutó kémiai folyamatok eredménye.

A fémolvadék maradó oxigénkoncentrációja, a termodinamikai egyensúly által megkívánt értéknél jóval nagyobb, ami azzal magyarázható, hogy a maradó oxigéntartalmat a gőzölgés sebességi állandója határozza meg, a gáztérben pedig csak az ilyen úton rendelkezésre álló oxigén elfogyasztására van lehetőség.

IRODALOM

[1] *Dr. Horváth Zoltán:* Kohászat 1969 H. 1—2, p. 35—41; 82—89.

[2] *Dr. Horváth Zoltán:* Reakciókinetikai alapforgalmak 1969 NME kiadvány.

[3] *Pásztor Gedeon:* Kohászat. 1971. H. 10, p. 463—471.

Nagytisztaságú gallium^{III}-oxid előállítása

Dr. TŐTH BÉLA, a kémiai tudományok kandidátusa
és Dr. SOMOSI ISTVÁN okl. vegyész
Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó

DK.: 669.871.046.55.—174

A szerzők kombinált eljárást dolgoztak ki a gallium^{III}-oxid ipari előállítására. Az eljárás szerint a galliumszulfáttá, majd ammonium-szulfáttal timsó típusú ammonium-gallium-kettőssóvá alakították. A nagytisztaságú, 99,99—99,999%-os, gallium^{III}-oxidot a kettőssó többszöri átkristályosításával, majd azt 1000 °C hőmérsékleteken megbontva állították elő [1].

Az utóbbi években, elsősorban a félvezetők és az ezzel kapcsolatos műszaki tudományok rohamos fejlődése eredményeként, állandóan fokozódó mennyiségi és minőségi igények jelentkeztek a galliummal és vegyületeivel szemben. Ez a tény természetesen maga után vonta a gallium és vegyületeivel kapcsolatos kémiai és technológiai kutatások fellendülését is.

A gallium-vegyületeken belül különösen fontos szerepet kapott a gallium^{III}-oxid. Felhasználási területe különböző. Néhány fontosabbat említve: eredményesen alkalmazzák a színes televízió képcsöveknél, az üveggyártásnál, a nagytisztaságú gallium előállításánál, az analitikában, a wolfram izzószálas égők előállításánál stb. A felhasználási területek részéről támasztott minőségi követelmények a termék legalább 99,99—99,999% tisztaságát igénylik.

A gallium az oxigénnel, a körülményektől függően, szub-oxid (Ga_2O), oxid (GaO) és tri-oxid (Ga_2O_3) képződése közben reagál. A gallium-oxidok között a legstabilabb a tri-oxid. Öt ismert módosulata (α, β, γ, δ, ε) közül a β a legállandóbb. Minden módosulata 1000 °C felett hevítve, vagy 300 °C felett hidrotermikus feltételek között β-vá alakul. A β Ga_2O_3 kristályszerkezete monoklin, sűrűsége röntgensugár mérésekből 5,94 g/cm^3, piknométerrel mérve 5,88 g/cm^3, olvadáspontja 1740 $\pm$ 20 °C. [2, 3.]

Ismeretes a gallium^{III}-oxid néhány előállítási módja, ahol a kiindulást képező gallium, vagy vegyülete közvetlen izzítással, illetve megbontással alakítható át gallium^{III}-oxiddá [3]. Az így nyert gallium^{III}-oxid jelentős szennyeződést tartalmaz. A szennyezők főleg a kiindulási alapanyagokból származnak, és az izzítás folyamán képződő gallium^{III}-oxidban visszamaradnak.

Kísérleteink célkitűzésénél a felhasználó ipar részéről támasztott, általában 99,99—99,999% minőségi igényekből indultunk ki.

A nagytisztaságú gallium-oxid előállításához két kiindulási alapanyag, a galliumgyártás közbeeső termékeként képződő nátrium-gallát oldat, továbbá a fém-gallium jöhetett számításba.

Kísérletek nátrium-gallát oldatból kiindulva

A galliumgyártásnál két esetben képződik nátriumgallát oldat.

1. A timföldgyári aluminátlúg elektrolízisénél a gallium az alkalmazott amalgám-katódon leválik. A 0,5—0,7 súly% gallium, és az azzal azonos nátrium tartalmú amalgám lúgos bontásakor mintegy 60—80g/l gallium koncentrációjú nátrium-gallát oldat keletkezik.

2. A szennyezett gallium lúgos elektrolitban, anódos oldással és egyidejű katódos leválasztással történő raffinálásakor 100—120 g/l gallium tartalmú nátrium-gallát oldat képződik.

A nátrium-gallát oldatból, mint kiindulási alapanyagból, széndioxiddal a galliumot gallium-hidroxid alakban kicsaptuk, alkálimentesre mostuk és izzítva gallium^{III}-oxiddá alakítottuk.

Megállapításaink szerint, az *1.* pont alapján kapott nátrium-gallát oldatból előállított gallium^{III}-oxid annyira szennyezett, hogy az nem teszi lehetővé a célkitűzésben előirányzott tisztaság elérését. A szennyezők közül elsősorban az alkáli fémek jelentősek, de számottevő a gallium-hidroxiddal együtt az oldatból kicsapódó nehézfémek koncentrációja is.

A minőség javulását tapasztaltuk, amikor kiindulásként a *2.* pont szerint kapott tisztább nátrium-gallát oldatot választottuk. Az elért legnagyobb tisztaság azonban még ekkor sem haladta meg a 99,9%-ot. A minőség javulás elsősorban a nehézfém szennyeződés csökkenésében jelentkezett.

Kísérletek kettőssó képzésén keresztül

Lényeges minőség javulást vártunk a sótechnológiából ismert kettőssó képzésén keresztül előállított gallium^{III}-oxidnál. Ezen feltevésünket a galliumnak az alumíniumhoz hasonló kémiai tulajdonságaira alapoztuk, vagyis, hogy a gallium is képez timsó típusú kettőssót, amely kristályosítással jól tisztítható.

A kettőssó képzés minőség javító hatásának, illetve mértékének eldöntésénél a *2.* pontban említett nátriumgallát oldatból szénsavazással kicsapott galliumhidroxidból indultunk ki. Így lehetőségünk volt a hidroxidból közvetlen, illetve a kettőssón keresztül előállított gallium^{III}-oxid minőségének összehasonlítására.

A gallium-hidroxidot a. lt. minőségű kénsavban oldottuk. Az oldatból a galliumot, sztöchiometrikus a.lt. minőségű ammónium-szulfáttal, az (1) egyenlet szerint ammónium-gallium-szulfáttá alakítottuk.

$$Ga_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2SO_4 + 24H_2O = \\ = (NH_4)_2SO_4 \cdot Ga_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O \qquad (1)$$

A kettőssót többszöri átkristályosítás után szűrtük, majd 1000 °C hőmérsékleten megbontva a (2) egyenlet szerint, gallium^{III}-oxidot állítottunk elő.

$$(NH_4)_2SO_4 \cdot Ga_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O = \\ = Ga_2O_3 + 2NH_3 + 4SO_3 + 25H_2O \qquad (2)$$

Megállapításaink szerint, mint ez más kettőssónál is közismert, a gallium-ammónium-szulfát kettőssón keresztül előállított gallium^{III}-oxid szennyezői jelentősen csökkentek. A szennyezők összkoncentrációja 100 ppm körül ingadozott és az oxid tisztasága átlagosan a 99,99%-ot elérte.

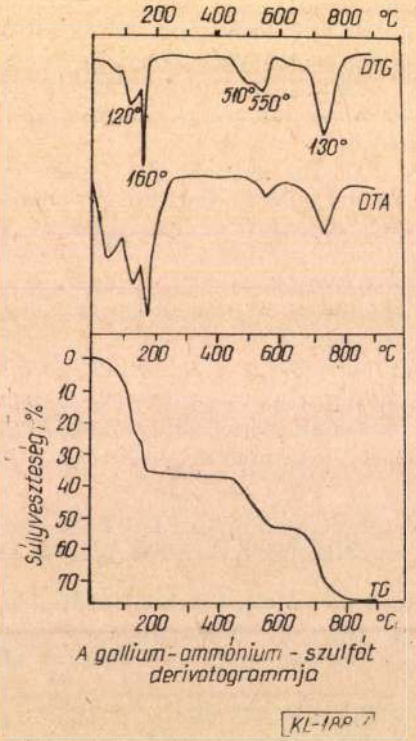
Mindezen észrevételeink indokolttá tették, hogy egyrészt a gallium^{III}-oxid lényeges minőség javulását eredményező kettőssó képzést megtartsuk, másrészt az előállításhoz szükséges galliumszulfát képzést gazdaságosabb és ugyanakkor a minőséget tovább javító módon biztosítsuk.

Kísérletek gallium-szulfát előállítására elektrolízissel

Irodalmi adatok szerint elektrolízisnél a gallium 0,5 n koncentráció feletti savas elektrolitból higany vagy gallium-katódon nem választható le [2]. Ezen megállapításból kiindulva kísérleteket végeztünk a különben nehezen oldatba vihető fém galliumnak, 0,5 n-nál nagyobb koncentrációjú kénsavas közegben, az anódos oldására, illetve egyben annak szulfáttá alakítására.

Az optimális körülmények megállapítását célzó kísérleteink minden vonatkozásban kedvező eredményekhez vezettek. Technikai meggondolásokból 5 n koncentrációjú kénsav használata mellett vizsgáltuk az elektrolízis paramétereit, valamint azoknak a termék minőségére gyakorolt hatását.

Megállapításaink szerint az elektrolízis a gallium oldatba vitelére, illetve annak szulfáttá alakítására ideálisan alkalmas. Az átalakítás hatásfoka, azaz az anód-áramhatásfoka minimum 90%. Az anódként kapcsolt gallium oldatba vitele egyben összekapcsolt egy, a körülményektől függő, elektrolitikus raffinálással is. A szennyezők egy része, elsősorban a Ni, Cu, Pb, Hg, Ag és Sn az anód-fémben visszamaradnak, tehát az elektrolitot nem szennyezik. Ugyanakkor néhány szennyező, főleg a Fe, Zn, Mg és Na, bár oldatba megy, de a katódként alkalmazott galliumon leválik. Mindezen folyamatok mellett az oldatba vitt gallium katódos leválása gyakorlatilag nem mutatható ki.



1. ábra. A gallium-ammonium-szulfát derivatogrammja

A kiindulási anyagot 99,9% tisztaságú gallium képezte. Alikvot mennyiségű galliumot egy erre a célra kialakított műanyag elektrolizáló cella anódterébe helyeztük. A készüléket úgy állítottuk össze, hogy az anód és katód árambevezetésére használt nikkel lemezt a gallium teljesen elfedte. Tehát az elektrolizáló cella katód és anód elektródja folyékony gallium volt. A cellát a. lt. minőségű 20—25%-os kénsav oldattal töltöttük fel. Elektrolízissel a gallium anódos oldását addig végeztük, míg az elektrolit gallium koncentrációja el nem érte a 100—120 g/l értéket.

A gallium-szulfát tartalmú kénsavas oldatból a szilíciumot az analitikában is ismert dehidratizálással távolítottuk el, majd a (3) egyenlet szerint ammónium-gallium-timsót képeztünk.

$$Ga_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 + 2NH_4OH + 22H_2O = (NH_4)_2SO_4 \cdot Ga_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O \qquad (3)$$

Az elektrolízisnél vigyázni kell, hogy az elektrolit gallium-szulfátra nézve ne váljon túltelítetté, mivel ebben az esetben az kiválik és az elektródok leárnyékolásával az áram áthaladását meggátolja.

Az elektrolízis paraméterei:

katód-anód	folyékony gallium
cellafeszültség	3—4 V
áramsűrűség	9—10 A/dm^2
hőmérséklet	60—70 °C
áramhatásfok	90—95%
az elektrolit	20—25% kénsav

Irodalmi adatok hiánya miatt szükséges volt a gyártási technológia teljes kialakításához az ammónium-gallium-szulfát kettőssó bomlásmechanizmusának, illetve komponensei bomláshőmérsékletének megállapítása.

A kettőssó hőbomlását eldöntő vizsgálatainkat *Paulik F.—Paulik J.—Erdey L.* típusú derivatográffal végeztük. Az *1. ábra* szerint a derivatográfiás görbék megfelelő pontjai között fáziseltolódás nincs, így az átalakulás lefolyását illetően közöttük párhuzam vonható.

A termikus vizsgálatokkal párhuzamosan meghatároztuk a 300, 600 és 900 °C-on izzított minták kémiai összetételét is.

A kémiai elemzés és a derivatogramm alapján megállapítottuk, hogy a bomlás első lépcsőjében 300 °C-ig a kristályvíz távozik el. 300 és 600 °C között 1 : 1 mólarányú NH_3 és SO_3 eltávozását észleltük, amely az ammónium-szulfát bomlásának felel meg. 600 és 900 °C között a kémiai elemzés szerint SO_3 távozik el. A TG görbe harmadik lépcsője tehát a galliumszulfát bomlását mutatja.

Az előállított gallium^{III}-oxid vizsgálatát atomabszorpciós spektrofotométerrel végeztük.

Az atomabszorpciós vizsgálatoknál az oldószer döntő szerepet játszik. A gallium^{III}-oxid oldásá-

1. táblázat

A gallium^{III}-oxid atomabszorpciós vizsgálata

Elem	Koncentráció ppm
Fe	<0,5
Cu	<0,1
Mn	<0,1
Zn	<0,5
Mg	<0,1
Na	<1,0
Si	<1,0
Al	<0,1
Hg	<0,5

hoz a.lt. minőségű sósavat használtunk. A vizsgálat elsősorban a fém galliumban levő fontosabb szennyezőkre terjedt ki. Az *1. táblázatban* megadott szennyező értékek figyelembevételével megállapítható, hogy az előállított gallium^{III}-oxid minősége biztonságosan eléri a 99,999% tisztaságot.

IRODALOM

[1] *Dr. Tóth B., Dr. Somosi I.:* 158042 lajstromszámú magyar szabadalom. Bp. 1970.

[2] *Sheka, J. A., Chaus, T. S.:* The Chemistry of Gallium. Elsevier Publishing Co. London 1966.

[3] *Dr.-Ing. Schreiter, W.:* Seltene Metalle. Band I. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig 1960.

Porok nagysebességű sajtolása

ifj. GILLEMOT LÁSZLÓ, KEÉBE GYÖRGY, SINAY GÁBOR, VASSEL K. RÓBERT† okl. gépészmérnökök
Fémipari Kutató Intézet

DK.: 621.7.044 : 669—13 : 621.762

A tanulmány a pneumomechanikus nagysebességű portömörítési kísérletek alapján az újszerű eljárással kapcsolatos tapasztalatokat foglalja össze. Megállapítja, hogy azonos méretű portestek előállításához jelentősen kisebb önsúlyú nagysebességű ütőművekre van szükség. Ez mind beruházási költségekben, mind helyszükségletben jelentős megtakarítást tesz lehetővé.

A porkohászati úton előállított termékek gyártása — a porok előállításától és előkészítésétől eltekintve — a por sajtolására és a sajtolt portest zsugorítására bontható fel. Ritkán előfordul a két művelet összevonása is.

A sajtolás célja a laza porból meghatározott alakú és adott tulajdonságokkal rendelkező portest előállítása. A sajtolt darab alakja megfelel a készrezsugorított termék alakjának, méretei pedig a zsugorodás mértékének megfelelően annál nagyobbak. A sajtolt portest tulajdonságai döntően befolyásolják a kész porkohászati termék tulajdonságait, mégpedig elsősorban a tömörítéssel elért relatív fajsúly nagyságán és a fajsúly eloszlásának egyenletes, vagy egyenlőtlen voltán keresztül. E szempontból általában kedvező a minél nagyobb és minél egyenletesebb fajsúly.

A zsugorítás célja elsődlegesen az, hogy az összesajtolt porszemcsék között fémes kötés alakuljon ki. Ennek a műveletnek a során nyeri a portest megfelelő szilárdsági tulajdonságait és végleges alakját is. Ami a portest fajsúlyának a zsugorítás eredményére kifejtett hatását illeti, minél nagyobb a kezdeti relatív fajsúly, annál nagyobb lesz a kész termék szilárdsága és annál kisebb lesz a zsugorodáskor bekövetkező méretcsökkenés. A nagyobb kiinduló fajsúly továbbá abból a szempontból is előnyös, hogy vagy a zsugorítási hőmérséklet, vagy a zsugorítási idő csökkentését teszi lehetővé.

A portest tömörségének fokozására a kutatások az elmúlt időszakban három irányban folytak. Egyik irányzat a sajtolás időtartamának növelése, vagyis a maximális sajtolóerő fenntartása bizonyos időn át, másik irányzat pedig a sajtolás sebességének a fokozása, jóval a statikus sajtókkal megvalósítható sebességek fölé, a harmadik lehetőség az izosztatikus sajtolás

Bár az előbb említett három út közül a sajtolási idő növelésével is lehet némi eredményre jutni [1], a második út, a sebesség növelése eredményesebbnek mondható, ugyanis a nagysebességű portömörítéskor jóval karcsúbb portestek állíthatók elő, mint statikus sajtolással, elmarad a hídképződés és azonos méretű statikusan és dinamikusan sajtolt portesteket összehasonlítva utóbbiak fajsúlyeloszlása jóval egyenletesebb [2—7]. A harmadik lehetőség, az izosztatikus sajtolás igen egyenletes fajsúlyeloszlású portestek készítését teszi lehetővé, de műszaki adottságai miatt csak különleges esetekben alkalmazzák.

Miután a porkohászati termékek alkalmazási területének bővítését a darabok nagysága, az elérhető szilárdság és a megvalósítható alak korlátozza, a portest nagyobb és egyenletesebb relatív tömörségén keresztül a nagysebességű portömörítés lehetőséget nyújt e terület kiszélesítésére.

A továbbiakban erről a nagysebességű portömörítésről szeretnénk rövid áttekintést adni.

A portömörítési célokra alkalmas nagysebességű technológia kiválasztása

A nagysebességű erőhatások megvalósítására alkalmas megoldások ipari alkalmazásának számos lehetősége közül három hazai viszonyaink között is biztosított.

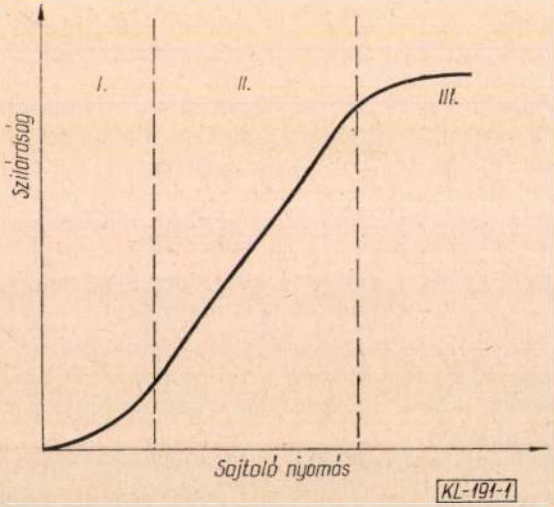
Elsőként említjük meg a legrégibb és több területen jól bevált robbantásos technológiát, mellyel elsősorban nagyméretű egyedi darabokat állítanak elő, például domború kazánfeneket és hasonlókat. A technológia jellegéből következik, hogy

a robbantás por tömörítésére is csak akkor alkalmas, ha a készítendő portest a jelenlegi porkohászati termékeknél jelentősen nagyobb méretű. Porkohászati tömegcikkek robbantásos tömörítése aligha képzelhető gazdaságosnak.

Következő nagysebességű technológiaként említhetjük meg a mágneses térimpulzussal végzett alakítást. Ebben az esetben az alakításhoz szükséges energiát és erőt nem robbanóanyag nyomáshulláma biztosítja, hanem nagyfeszültségű kondenzátor kisütésekor fellépő impulzusszerű mágneses tér és a darabban indukálódó, a bőrhatás következtében a felületre kiszoruló örvényáramok kölcsönhatása. Ez a technológia csak olyan anyagok megmunkálására alkalmas, melyekben a jó vezetőképesség következtében nagyintenzitású örvényáramok indukálódnak. Miután a laza porhalmazokban ez nem következik be, a mágneses térimpulzuson alapuló technológia porkohászati célokra nem megfelelő. A harmadik lehetőség a nagysebességű portömörítés számára végül a pneumomechanikus ütőművek alkalmazása. Ezek ütőfejét expandáló nagynyomású gáz gyorsítja fel 10—30 m/s végsebességre. Ha a porokat ilyen sebességekkel tömörítjük, a tömörítőszerszámba töltött laza porok néhány ezredmásodperc alatt tömörödnek a laza por térfogatának 0,2—0,5-öd részére.

A portömörítés szempontjából a nagy sebesség több szempontból is kedvező. Így a statikus sajtolás esetéhez képest jelentősen *lecsökken a súrlódás* mind a szemcsék között, mindpedig a szemcsék és a szerszám fala között, ugyanakkor *az egyes porszemcsék alakíthatósága a sebesség növelésével nő.* Ez utóbbihoz járul még az, hogy a néhányezred másodperc alatt lejátszódó alakváltozás során keletkező hőmennyiség nem tud elvezetődni, így a szemcsék bizonyos mértékig felmelegszenek. Ezek azok az alapjelenségek, melyek végeredményben a nagyobb és egyenletesebb fajsúlyra vezetnek.

A viszonyokat érdemes a statikus porsajtolás folyamatára vonatkozóan felvett szilárdság-sajtolónyomás-diagram három szakaszával kapcsolatosan közelebbről megvilágítani *(1. ábra)*. Ez a diagram azt szemlélteti, hogy valamely nyomással



1. ábra. A por tömörödésének három szakasza

I. szakasz: a szemcsék rendeződése; II. szakasz: a szemcsék főleg alakváltozást szenvednek; III. szakasz: a túlsajtolás szakasza.

összesajtolt portestnek zsugorítás előtt mekkora a valamilyen mechanikai mérőszámban (pl. hajlítószilárdság, Brinell-keménység) meghatározott szilárdsága. A diagramon elég határozottan három szakasz különböztethető meg [1].

Az *I. szakaszban* a rendszertelenül betöltött laza por szemcséinek rendeződése játszódik le. Ez a rendeződés nagysebességű tömörítéskor a súrlódás lecsökkenésének következtében könnyebben, egyenletesebben játszódik le és jobb térkitöltésre vezet.

A *II. szakaszban* a szemcsék elmozdulása már lényegesen kisebb, mint az elsőben, viszont a szemcsék jelentős alakváltozást szenvednek. A nagysebességű tömörítés esetében — mint már említettük — az anyag képlékenysége nagyobb, ami ugyancsak hozzájárul a tér jobb kitöltéséhez. A szemcsék, valamint a szemcsék és a fal közötti kis súrlódás következtében nem tudnak eltérő fajsúlyú zónák kialakulni és elmarad a hídképződés is.

A diagram *III. szakasza* a túlsajtolás szakasza, melyben a sajtolónyomás fokozása nem vezet a szilárdság növelésére, viszont a fellépő nagy erők következtében a tovább tömörödni már nem tudó portest rétegesen megrepedezik. Ez a jelenség nagysebességű tömörítéskor igen ritkán, csak rideg porok túl nagy energiájú tömörítésekor jelentkezik, tekintettel arra, hogy a szemcsék alakváltozási képessége nagy. Ez, továbbá bizonyára a fellépő melegedés is, odavezet, hogy a nagy energiájú tömörítéskor adódó nagyobb erők nem repesztik el a portestet, hanem a még ki nem töltődött kis üregek kitöltődését váltják ki.

Az ütőművekkel végzett nagysebességű portömörítés szerszám- és segédanyagai

A nagysebességű technológiák egyik kulcskérdése a szerszámok helyes kialakítása, továbbá a szerszám anyagának és hőkezelési állapotának célszerű kiválasztása.

A nagysebességű egybélyeges portömörítés szerszámai kialakításukat illetően hasonlóak a hagyományos szerszámokhoz, a szerszám anyagát és hőkezelését viszont célszerűen össze kell hangolni a fellépő igénybevételekkel. A szerszámoknak alapvetően két követelményt kell kielégíteni. Egyik a nagy dinamikus terheléssel szemben megfelelő ellenállás — lényegében kellő szilárdsággal párosuló nagy szívósság —, másik az, hogy a sajtolt por ne legyen hajlamos a szerszámon feltapadni — lényegében minél nagyobb felületi keménység és simaság.

A hazailag rendelkezésünkre álló, nagyiparilag gyártott szerszámanyagokkal lefolytatott széleskörű vizsgálatok szerint a nagysebességű alakítás követelményeinek két magyar szerszámanyag tesz eleget a *szilárdság* és a *szívósság* követelménye szempontjából. Egyik a mintegy 0,3% C-tartalmú, ötvözőként 2,5—2,5% Cr-t és Mo-t, valamint 4,0 % W-ot tartalmazó W3, másik a hasonló karbontartalmú, 1—1% Si-ot, Mo-t és V-ot, valamint 5% Cr-ot tartalmazó amerikai szabvány szerinti H13-szerszámacél (Magyarországon Sü1 jelzéssel gyártják). E két acélnál mintegy 160 kp/mm² folyáshatár mellett igen jó szívósságot lehet elérni, amit

a 150—160 mkp/cm³ nagyságú fajlagos törési munka jellemez [8].

A *feltapadási hajlam csökkentésének* említett útja a felületi keménység növelése. Egyik lehetséges megoldás erre — mellyel már foglalkozunk — az előbb említett acélok nitridálása. Tekintettel arra, hogy a nitridálási hőmérséklet a szerszám megeresztési hőmérsékletét nem haladja meg, ez a hőkezelés sófürdős nitridálás esetében nem csökkenti a folyáshatárt. Ez a kezelés a szerszámtest viszonylag kisebb, 540—560 kp/mm² Vickers-keménységét a felületen 950—1000 kp/mm² Vickers-keménységűre növeli.

A por felhegedése a szerszám felületeinek kenésével is elkerülhető, de csak abban az esetben, ha a végtermék tulajdonságait a kenőanyag nem veszélyezteti. Ezen a területen kedvezőek a tapasztalataink molibdéndiszulfid és sztearinsav alkalmazásával.

A szerszám esetleg alkalmazott kenésére használt anyagon kívül további segédanyag lehet a porhoz kevert valamiféle csúsztatóanyag, melynek az a szerepe, hogy az egyes szemcsék egymáson való elcsúszását elősegítse. Az ilyen csúsztatóanyag a tömörítendő por anyagához, szemcsézetéhez igazodva igen sokféle lehet. Amit érdemes megemlíteni, az az, hogy a nagysebességű portömörítéskor ez az anyag nem csupán elhagyható, hanem el is kell hagyni, mert a kis súrlódás és az előbbiekben már tárgyaltak következtében a nagy tömörség csúsztatóanyag nélkül is elérhető, ha viszont alkalmaznak ilyen anyagot, az az elfoglalt térfogat miatt a végső tömörséget csökkenti.

A statikus és dinamikus portömörítés összehasonlítása a sajtolási folyamat szempontjából

A statikus portömörítést az jellemzi, hogy a porsajtoló tüske a port vagy meghatározott úton, vagy megadott erő eléréséig, viszonylag kis sebességgel összenyomja. Kisebb méretű termékek esetében rendszerint a betöltött por mennyiségét és a tüske löketét, nagyobb darabok tömörítésekor pedig általában a portest keresztmetszetének felületegységére eső erőt szabják meg. Ez utóbbi, portól függően legtöbbször 2 és 7 Mp/cm² közé esik.

A *dinamikus portömörítésre* alkalmas pneumomechanikus ütőművek esetében az ütőfej energiáját a tömörítendő pornak kell teljes egészében felvenni, vagyis

$$E = \frac{m \cdot u^2}{2} = -\int_{h_0}^{h} A \cdot p \cdot \mathrm{d}h \qquad (1)$$

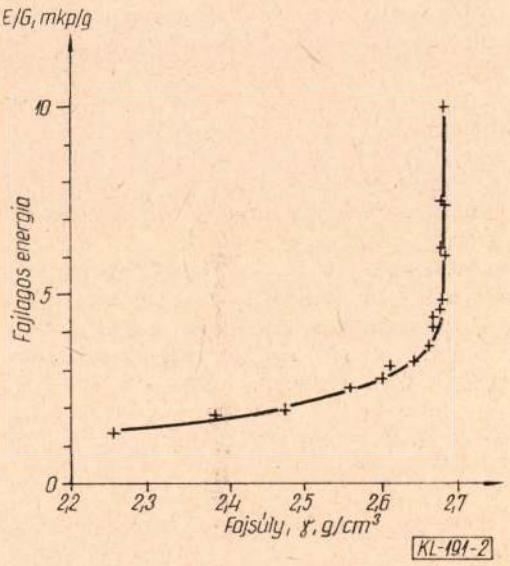
Itt E az ütőfej kinetikai energiája, m annak tömege, u pedig sebessége, A a portestnek az ütés irányába merőleges keresztmetszete, p a fellépő nyomás, h pedig a portest mindenkori magassága.

Az (1) egyenletbe behelyettesítve a portest G súlyát — mely a tömörítés alatt állandó —, továbbá a sajtolás során változó fajsúlyt, átrendezés után azt kapjuk, hogy

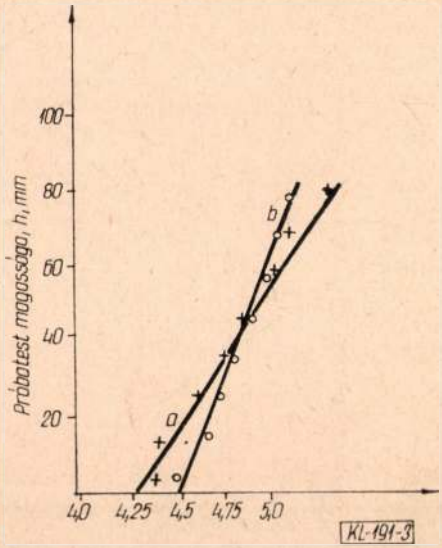
$$\frac{E}{G} = \int_{\gamma_0}^{\gamma} \frac{p}{\gamma^2} \cdot \mathrm{d}\gamma. \qquad (2)$$

A (2) összefüggésben γ_0 a szerszámba betöltött por fajsúlya, γ pedig a mindenkori fajsúly. Ez a kifejezés rámutat arra, hogy a nagysebességű portömörítés jellegzetes mennyisége, a statikus tömörítés elmozdulás, ill. nyomás demenziójú jellemző száma helyett, az egységnyi súlyú porra eső E energia. Tekintettel arra, hogy a relatív fajsúly az előbb már említett 1 : 2—1 : 5 arányban, vagyis kisebb mértékben nő, a nyomás viszont nagyságrenddel változik, a (2) összefüggés azt is érzékelteti, hogy nagy fajsúlyú darabok nagy fajlagos energiákkal állíthatók elő [5]. A (2) összefüggés megoldásával a [6] irodalom foglalkozik részletesen.

A viszonyok jellemzésére az adott fajsúly eléréséhez szükséges fajlagos energiát mutatjuk be a *2. ábrán*, mely alumíniumpor tömörítésére vonatkozik. Ez az ábra alátámasztja azt az előbbi megállapításunkat, hogy a fajsúly mérsékelt változásával szemben a fellépő nyomás és azzal együtt a szükséges energia nagyságrendi változása áll.



2. ábra. Az alumíniumpor tömörítéséhez szükséges E/G fajlagos energia



3. ábra. Statikusan (a) és dinamikusan (b) sajtolt portest fajsúlyeloszlása a portest magassága mentén

A nagysebességű porsajtolásnak a statikussal szemben adódó előnyének érzékeltetésére bemutatjuk a *3. ábrát*, melyen azonos magasságúra tömörített, egyforma keresztmetszetű, vasporból készült portestek fajsúlyának eloszlását adjuk meg a próbatest magasságának mentén (kivágott szeletek fajsúlymérése alapján). Tekintettel arra, hogy az adott átmérőjű, 20 mm-es portestekből statikusan 1 : 4-méretarányú próbatestek nagyobb fajsúllyal nem állíthatók elő, az összehasonlítást aránylag kisebb fajsúlyú párhuzamos próbatestekkel kellett elvégezni.

Portömörítési kísérletek

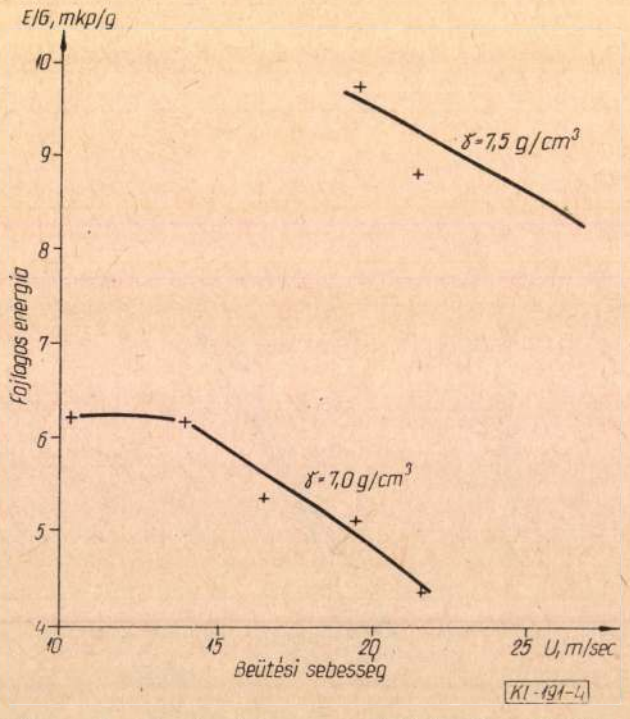
Portömörítési kísérleteink elsődleges célja a technológiai változók vizsgálata volt. Ilyen változók — az előbbiekből következően — az E/G fajlagos energia, a sebesség, a szerszám falának kenése, a porhoz adagolható csúsztatóanyag és a por szemcseméretе.

Az előbbi kérdések tisztázása után következett annak vizsgálata, hogy a különféle fémes és nemfémes porok gyakorlatilag hogyan tömöríthetők.

A kísérleti eredmények rövid áttekintése előtt megemlítjük, hogy a méréseket többféle, a gyakorlati részre vonatkozó beszámolóban említett porok legtöbbjével elvégeztük, ezen a helyen azonban csak egy-egy, az észleleteket szemléletesen bemutató példát emelünk ki.

Az E/G fajlagos energia és a sebesség hatásának tárgyalásával kapcsolatban rá kell mutatni arra, hogy adott tömegű ütőfejjel dolgozó ütőmű beütési sebessége csak úgy növelhető, ha egyszersmind az ütési energia is változik:

$$E = \frac{m \cdot u^2}{2}$$



4. ábra. A sebesség hatása az adott fajsúly eléréséhez szükséges E/G fajlagos energiára, RZ 300 vaspor esetére

Azonos fajlagos E/G energiák tehát csak különböző sebességekhez tartozóan valósíthatók meg, ha a nagyobb sebesség miatt megnövekedő energiával azonosan a tömörítendő por G súlyát is növeljük. Ennek szükségképpen az a következménye, hogy az azonos szerszámban tömörített portest magassága megnő. A sebesség kedvező hatását tehát a bár kismértékű, de meglevő falsúrlódás is bizonyos mértékig rontja. A viszonyok ezek szerint adott berendezéssel és szerszámmal teljes egészükben nem választhatók szét, jellegükben azonban igen.

Az *E/G fajlagos energiának* az alumíniumpor elérhető relatív fajsúlyára kifejtett hatásával kapcsolatban már bemutattuk a 2. ábrát. Ez azért fogadható el jellegzetesnek, mert bár a diagram felvételekor a sebesség 1 : 2,4 arányban változott, a mérési pontok szépen illeszkednek egyetlen görbéhez. Ennek az az oka, hogy az alumíniumpor, mely önmagában jó képlékenységű, a sebességhatásra kevéssé érzékeny.

Annak érzékeltetésére, hogy valamely adott fajsúly eléréséhez a *sebesség függvényében* hogyan változik a szükséges E/G fajlagos energia, a *4. ábrán* RZ 300 minőségű vasporral végzett kísérleteink eredményeit mutatjuk be. Annak ellenére, hogy az előbbiek szerint u növekedtével a portest magassága nő, határozottan kitűnik a sebesség kedvező hatása: nagyobb sebességgel ugyanakkora fajsúly kisebb fajlagos energia mellett érhető el. Az ábra szerint adott anyag esetében ez a hatás csak mintegy 15m/s sebesség felett kezd érvényesülni. Ez a hatás jelentős, tekintettel arra, hogy a sebességhatárok szűk volta ellenére a csökkenés mértéke a kisebb fajsúlyok esetében 33%, az elméleti közelébe eső nagyobb fajsúly elérésekor pedig több, mint 10% [5]. Vasport 98%-os relatív fajsúlyúra való tömörítésére vonatkozó irodalmi adatok szerint 5 és 70 m/s sebességű sajtolások energiaigényét összehasonlítva a sebesség függvényében a szükséges energia 3 : 1 arányú csökkenését észleltek [4].

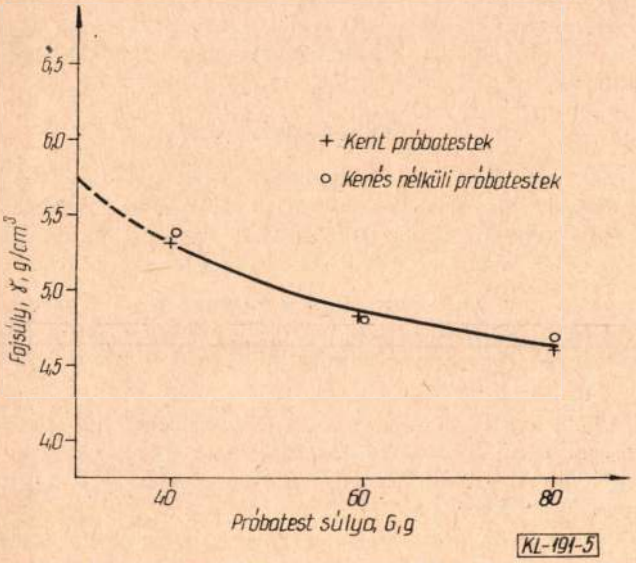
Az előbbiek szerint a portömörítés szempontjából mind a fajlagos energia, mind a sebesség növelése kedvező hatású.

A szerszám kenésének befolyását ugyancsak RZ 300 vaspor példáján mutatjuk be az *5. ábrán*. A kísérlettel azt vizsgáltuk, hogy a szórt MoS_2-dal kent, illetve szárazra törölt szerszámba azonos súlyú vasport bemérve, azonos energiával mekkora lesz a portestek fajsúlya. Amint az ábrán látható, a kenéssel és anélkül készült portestek fajsúlya között még a legnagyobb, 80 g súlyú minták esetébe sem mutatkozott különbség. Ez azt jelenti, hogy kenésre a tömörítés szempontjából szükség nincs, azt csak az esetleges hegedés teheti szükségessé [5].

A porhoz kevert csúsztatóanyagnak a hatását 2,8% Al_2O_3-tartalmú oxidos (S. A. P.) alumíniumpor példáján világítjuk meg. A *6. ábrában* a felső görbe a csúsztatószert nem tartalmazó, az alsó pedig kb. 2 súly% sztearinnal kevert porra vonatkozik. Látható, hogy a két görbe határozottan szétválik, a sztearint tartalmazó anyag görbéje a másik alatt, azzal közel párhuzamosan halad. A csúsztatóanyag — mint többi eziránytú kísérle-

tünknél is — nem hogy nincs kedvező hatással, de fajsúlycsökkentő hatása révén kimondottan hátrányos.

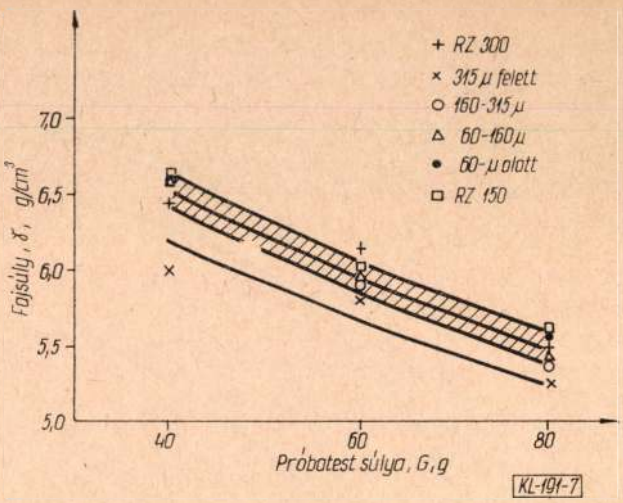
A 6. ábra felső görbéje még abból a szempontból is figyelmet érdemel, hogy *nem homogén szemcseméretű* porra vonatkozik, hanem a görbét adó pontok részben az eredeti finomszemcsés porra vonatkoznak, részben pedig olyan durva porra, melyet a finom por előzetes tömörítésével, majd durva őrlésével nyertünk. A mérés szerint az elérhető tömörséget a szemcseméret nem befolyásolja [5].



5. ábra. Kent és nem kent szerszámban 62,5 mkp energiával tömörített RZ 300 portestek fajsúlya

6. ábra. A csúsztatóanyag hatása 2,8% Al_2O_3-tartalmú S.A.P.-por fajsúlyára

+ finomszemcsés por; □ eltömörített és durvaszemcsésre őrölt por; X kb. 2 súlyszázalék sztearinnal kevert por



7. ábra. A por szemcseméretének hatása az elérhető fajsúlyra

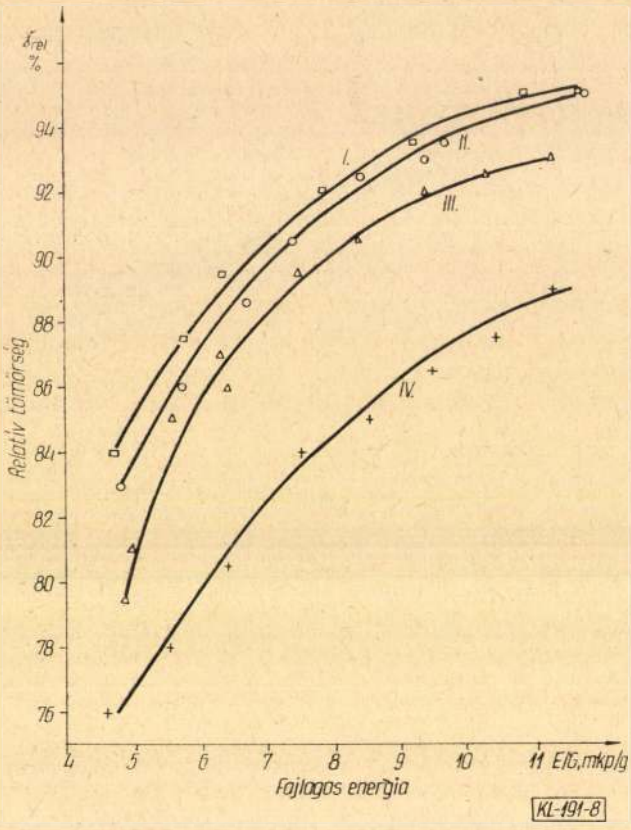
Emellett szólnak a *7. ábrán* bemutatott mérési eredmények is. Ez az ábra szemcseméret szerint 4 frakcióra bontott RZ 300 és maximálisan 150 mikron szemcseméretű RZ 150 vasporra vonatkozik. Az azonos energiával tömörített háromféle súlyú portestek elért relatív fajsúlya szűk sávon belül marad és egyedül a 315 mikronnál nagyobb szemcsézetű, durva por görbéje marad a sáv alatt, de az eltérés itt sem jelentős.

A különféle fémes, nemfémes porok gyakorlati tömöríthetőségére vonatkozóan az előbbiekben elmondottak alapján kitűnt, hogy részletesen foglalkoztunk az *alumíniumporok* és *vasporok* tömörítésével. Előbbiek között szerepeltek különböző szemcsézetű, fóliahulladékból előállított pigmensek, hengerdei kefepor, nagytisztaságú alumíniumgranália, továbbá 2,8, 8,4, 11,3 és 15,3% Al_2O_3-tartalmú S. A. P.-porok is. Utóbbiakra vonatkozik a *8. ábra*, mellyel az *E/G* fajlagos energia és az oxidtartalom függvényében elérhető relatív fajsúlyt szemléltetjük. Miután az S. A. P. I. és S. A. P. IV. minőség között az oxidtartalom az előbb megadott sorrendben nő, megállapíthatjuk, hogy az oxidtartalommal a tömöríthetőség romlik. (Ez a hatás még nagyobb, mint ahogy azt az ábra érzékelteti, tekintettel arra, hogy az Al_2O_3 fajsúlya nagyobb, mint az alumíniumé, 3,96—4,00 g/cm³.)

A maximálisan 150 mikron szemcseméretű RZ 150 és RZ 300 vasporokkal végzett kísérleteinkről már előbbi tárgyalásunk során többször beszéltünk. Megemlítendőnek tartjuk azonban még azt, hogy 1 : 1,3 ill. 1 : 3 átmérő-magasság-viszonyú, hengeres portestek esetében egyaránt 95—97% relatív fajsúlyt sikerült elérnünk (7,5—7,6 g/cm³).

A nem homogén anyagú porok viszonyainak vizsgálatára *vas-réz porkeverékekkel* foglalkoztunk. A kísérletek szerint ez a heterogén porkeverék ugyanolyan jól tömöríthetőnek bizonyult, mint maga a vaspor. Így 20% Cu-tartalmú vas-rézkeverékkel a számított elméleti fajsúly 96%-át elérő relatív fajsúlyt sikerült elérni.

A továbbiakban a kísérleti körülmények közlése nélkül rövid áttekintést adunk a különböző célok-



8. ábra. Az oxidtartalom és az E/G fajlagos energia hatása a 2,8 (I), 8,4 (II), 11,3 (III) és 15,3 (IV) százalék oxidtartalmú S.A.P.-porok elérhető relatív fajsúlyára

ból. Intézetünkön belül jelentkező vagy külső megbízók igényeinek kielégítésére végzett portömörítési munkánkról.

Azon fémek közül, melyek fémes előállításuk során szivacs, vagy por formájában nyerhetők és további feldolgozásra például ívolvasztással vagy elektronsugaras, vagy egyéb olvasztási eljárással, zsugorítással kerülnek, a következőket tömörítettük: vanádiumpor, titánszivacs, wolframpor, niobium-, tantál- és tellurpor. Ezeken kívül megkíséreltük cirkoniumpor tömörítését is, ez azonban csak vízzel kevert porral sikerül, mert a fém tömörítésekor annyira felmelegszik, hogy a levegőn kigyullad. A leolvadó vagy leolvasztandó elektródák céljára szánt pogácsák szilárdsága elegendő ahhoz, hogy azokat — védőgázban végzett ívhegesztéssel — technikailag használható méretű elektródákká hegesszék össze. Zsugorítatlan állapotban is kellő szilárdságú, a használat közben fellépő igénybevételnek ellenálló hengeres testeket készítettünk molibdénporból. Mint több por esetében is tapasztaltuk, maga a tömörített portest tokmányba fogható és kitűnően esztergálható.

Elektrotechnikai célra készítettünk nagysebességű sajtolással bárium-ferrit, antimagnetikus anyagok kísérleteivel kapcsolatban pedig alumínium-grafit-keverékű portesteket. Egy-egy megbízónk részére sárgarézforgácsot, illetve elektrotechnikai célra wolfram réz-nikkel-porkeverékeket sajtoltunk.

A jó villamos vezetőképességű alumínium gyártásakor alkalmazott bóros kezelés igényeinek megfelelően alumínium és bór, továbbá alumínium és káliumborofluorid keverésű porokból készítettünk a folyékony fürdőbe alkalmasan beadagolható tömör pogácsákat.

Alumíniumoxidanyagú melegsajtoló szerszámok készítéséhez hengeres, a kívánt méretű szerszámok előállítására alkalmas méretű közbenső termékeket készítettünk, míg adott vizsgálatokhoz alumíniumhidroxidból állítottunk elő olyan szilárdságú testeket, melyek esztergálhatók és fúrhatók voltak, tömörítést követő egyéb kezelés nélkül is.

Összefoglalás

Az előbbiekben áttekintően tárgyalt pneumomechanikus, nagysebességű portömörítési kísérleteink alapján tapasztalataink az újszerű eljárással kapcsolatosan az alábbiakban foglalhatók össze:

a) A vizsgált fémporok esetében 5—10 mkp/g fajlagos energiával nagy és egyenletes fajsúly érhető el. A relatív fajsúly kedvező esetben eléri a 95—97%-ot is.

b) A fajlagos energia és a sebesség növelése növeli az elért relatív fajsúlyt, a szerszám kenésének a fajsúlyra nincs hatása, a csúsztatóanyag pedig csökkenti azt.

c) A tömörítés eredményét a tömörített por szemcsemérete nem, vagy csak kevéssé befolyásolja, így viszonylag finom szivaccsal is elérhető mintegy 90%-os relatív érték.

d) Heterogén anyagú porok a homogén porokkal azonosan viselkednek.

e) A portest nagyobb és egyenletesebb tömörsége, a statikus esetnél kedvezőbb alakok (pl. karcsúbb portestek) új területeket biztosíthatnak a porkohászati termékek felhasználása számára.

Végezetül rá kell mutatnunk egy olyan körülményre, melyet eddig — a nagysebességű porsajtolás viszonyaival foglalkozó — beszámolónkban nem említettünk. Ez a körülmény az, hogy azonos méretű portestek előállításához jelentősen kisebb önsúlyú nagysebességű ütőművekre van szükség, mint amekkora az egybevethető klasszikus sajtók önsúlya. Ez mind beruházási költségekben, mind pedig helyszükségletben jelentős megtakarítást tesz lehetővé.

IRODALOM

[1] *Nagy E.,—Barna Gy.:* Bevezetés a porkohászatba. Bp. 1965. Műszaki Könyvkiadó.

[2] *Peckner, D.:* Materials in Design Engineering and Future 52. (1960) p. 89—96.

[3] *De Groat, G.:* American Machinist 110. (1966) p. 135—154

[4] *Stein, E. M.: Van Orsdel, J. R., Sneider, P. V.:* Metal Progress 85. (1964) p. 83—83—87

[5] *ifj. Gillemot L.:* Gép. 20. (1968) 5. p. 195—201

[6] *Dorofeev, Ju. G., Prugakov, V. T.:* Porcskovaja Metallurgija 10. (1970) 9. p. 7—11

[7] *Dorofeev, Ju. G.:* Poroskovaja Metalluriguja 10. (1970) 10. p. 33—37

[8] *Gillemot L.:* La Métallurgie 101. (1969) 6—7. p. 333—340

BARTHA LAJOS
1900—1971

Fájdalmasan érintett mindnyájunkat, akik ismertük és szerettük, hogy *Bartha Lajos* tagtársunk, a magyar timföldgyártás nesztora, több mint negyven évi fáradhatatlan munka után váratlanul elhunyt.

Augusztus 17-én a farkasréti temetőben *Bokor András* ALUTERV igazgatóhelyettes többszáz barátja és munkatársa jelenlétében meghatottan vett búcsút *„Lajos bácsitól"*, kiemelve kiváló műszaki képességeit és munkáját, emberi érdemeit és meg nem ingatható szilárd magatartását.

1927-től szinte halála napjáig dolgozott az iparágban, utolsó napjaiban is külföldi útra készült az ALUTERV megbízásából. Ott volt Gánton a magyar bauxit-bányászat hajnalán. Dolgozott a Bauxit Ipar Rt. kísérleti laboratóriumában, ahol annakidején eldöntötték, hogy a magyar timföldgyártás csak Bayer eljáráson alapulhat. 1932-ben a Bauxit Ipar Rt. megbízza a megvásárolt bernburgi timföldgyár üzembehelyezésével. A sikeres üzembehelyezés és közel egy évi működés után a bernburgi gyárat 1933-ban leállítják, leszerelik és Magyaróvárra szállítják. Itt indul meg 1933 októberében az első magyar timföldgyár felszerelése. Az 1000 t/év kapacitású gyár 1934 júniusában kezd termelni. *Bartha Lajos* mint főmérnök, majd igazgató, személyesen vezeti a 10 000 majd 20 000 tonna/év-es bővítést, utóbbi azonban a háborús események miatt már nem fejeződik be.

1951-ben kezdődik az újabb bővítés, most már 35 et/év kapacitásra. Ezt a beruházást is *Bartha Lajos* vezeti és nagy szerepe van abban, hogy a csehszlovák kooperációban megépült bővítés sikeres; ez alapozza meg a mai 50 et/év feletti kapacitást.

Magyaróvári tevékenységével párhuzamosan Almásfüzítőn a 60 et/év kapacitású gyár beruházásának is vezetője és 1959-be ugyancsak őt bízza meg az ALUTERV a most már 280 et/év kapacitásra bővülő üzem létesítmény főmérnöki teendőivel. A beruházás a legnagyobb és legkorszerűbb magyar timföldgyárat valósítja meg számos olyan új műszaki megoldással, melyek magyar timföldgyártást európai szintre emelik.

Egyesületünknek 1949 óta tagja, sok éven át dolgozott a szerkesztőbizottságban. 1963-ban egyesületünk a Mikovinyi emlékéremmel tüntette ki. Számos egyéb kitüntetése mellett (a Munkaérdemérem, feltalálói aranyjelvény stb.) a Nehézipar és a NIM kiváló dolgozója volt.

Éveken át a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem előadója, ezenkívül több előadást tartott Egyesületünkben és a Magyar Tudományos Akadémián. Az iparág részére megírta a magyar timföldgyártás történetét. A Mérnöki Továbbképző Intézetben Timföldipari gépek c. kiadványa jelent meg. Számos nagy jelentőségű találmánya és újítása közül talán a legfontosabbak a levegőkikeverés, a vanádiumgyártás és a vörösiszap feldolgozás.

Számtalan vonalon nyújtott segítséget fiatalabb munkatársainak, akiket készséggel oktatott szakmájára is, de akikkel mindig baráti kapcsolatot is létesített. Műszaki tudása, európai szintű műveltsége, tárgyalóképessége egy egész generációra volt hatással. Búcsúzunk Tőle az Egyesület nevében. Energiája, munkabírása, közvetlen, baráti magatartása példakép marad előttünk. Azok a létesítmények, amelyek alkotásában vezető szerepe volt, nevét mindig őrzik.

B. B.

Műszaki és gazdasági hírek

Az öt legnagyobb japán alumíniumipari konszern (Nippon Light Metal, Showa Denko, Sumitomo Chemical, Mitsubishi Chemical, Mitsui Aluminium) engedélyt kért az indonéz kormánytól egy évi 200 000 tonnás kapacitású alumíniumkohó felépítésére. A létesítményt Észak-Szumátrán Yadanban kívánják felépíteni, közel az Asahan folyóhoz, amelyen vízierőműveket kívánnak létesíteni az olvasztómű energiaigényének fedezésére.

Metal Bulletin, 1971. augusztus 10.

*

Az Alcan és a Nippon Light Metal még 1969-ben kötött szerződése értelmében a japán fél 3 év alatt összesen 135 000 t alumínium megvásárlását vállalta. A jelenlegi mérsékelt kereslet arra késztette a japánokat, hogy csökkentsék alumínium vásárlásaikat, s sikernek könyvelhetik el, hogy az Alcan hozzájárult ahhoz, hogy a következő pénzügyi évben az esedékes 45 000 tonna helyett csak 10 000 tonnát szállítson.

Biki, 1971. augusztus 21.

*

A Nippon Light Metal, a Showa Denko és a Sumitomo Chemical bauxitvásárlás ügyében tárgyalásokat kezdett az ausztrál Gove Alumina céggel. A japánok 1973-tól kezdődően 10 éven át 7,5 millió tonna nyersanyagot kívánnak vásárolni. Korábban a Gove Alumina már létesített japán cégekkel szerződéseket, amelyek keretében a Mitsui Alumina-nak 20 éves periódusban 18 millió tonna, a Nippon Light Metal-nak, a Showa Denkonak és a Sumitomo Chemicalnak 3 év leforgása alatt 900 000 tonna bauxitot szállít.

Biki, 1971. augusztus 21.

*

Napjainkban, az alumíniumipari kapacitások kihasználatlanságának növekedése idején, ritka eseménynek számít egy új kohó belépése. Ezért meglepő a Bluff nevű japán—új-zélandi közös vállalat bejelentése évi 115 000 tonna kapacitású olvasztóművének decemberi üzembeállításáról. Az alumínium piacán tapasztalható nehézségek ellenére azt tervezik, hogy néhány éven belül 220 000 tonna kapacitásúra bővítik az említett kohót.

Metal Bulletin, 1917. augusztus 20.

*

A nyugat-surinami állam és a Reynolds Metal Co. 50—50%-os alapon közös vállalkozást hoz létre a Bakhuís és Coppename körzetében található 50 millió tonnára becsült bauxitkészlet kitermelésére. Az NV

Grasshopper Aluminium Co. (Grassalco) néven létesülő közös vállalat tervei között szerepel helyi timföldüzem létesítése is.

Metal Bulletin, 1971. augusztus 20.

H. W.

*

A Lautai Timföldgyár (NDK) kikeverő üzemének bővítése magyar tervek alapján. A Chemokomplex-Aluterv és az Investexport-Vebamansfeld Kombinat szeptember 23-án szerződést írtak alá a Lautau Timföldgyár (NKD) kikeverő üzemének bővítéséhez, egy előtanulmány (Vorprojekt) elkészítésére.

Az előtervet az Aluterv-nek december 20-ig kell elkészíteni. A szerződés a szeptember végén várható minisztériumi jóváhagyással lép életbe.

*

Hírek az épülő Tulceai Timföldgyárról. Romániában, a Tulceai Timföldgyár telephelyén Aluterv szakembereiből álló magyar kirendeltség kezdte meg működését. Az Aluterv dolgozói aktívan vesznek részt a gyár építésalapozási és gépészeti munkáiban. A munkák jó ütemben haladnak.

A bauxit tengeri behajózásához szükséges kikötő építését jóváhagyták, tervezését folyamatba tették. Tulceát nagy ipari centrummá fejlesztik.

*

Indiai műszaki személyzet oktatása az Ajkai Timföldgyárban. Az indiai Korbai Timföldgyár leendő indiai műszaki személyzetének első csoportja sikeresen befejezte magyarországi kiképzését az Aluterv tervei alapján épülő timföldgyárak üzemeltetésével kapcsolatban. Az első csoport október 1-én utazott haza Indiába és helyette ugyanezen időpontban betanulásra újabb csoport érkezett Magyarországra.

*

Szimpózium Bulgáriában. A Chemokomplex Külkereskedelmi Vállalat szimpóziumot rendezett Bulgáriában ban, Szófiában, szeptember 14—15-én, ahol az alumíniumszulfát gyártásáról az Aluterv részéről Frank László okleveles vegyészmérnök tartott jól sikerült előadást.

*

Korszerű földalatti tűzvédelmi vízhálózati rendszer a Halimba III. Bányában. A Bakonyi Bauxitbánya beruházásában épülő Halimba III. bányaüzemben a korszerű munkahelyi és gyűjtő szállítás bevezetésével a szállítószalagokkal felszerelt bányavágatokba a tűzvédelmi előírásoknak megfelelő tűzvédelmi felszereléseket létesítenek. Az Aluterv-ben elkészültek a tűzvédelmi vízhálózat kiviteli tervei, amely szerint a csőhálózat állandó nyomáson való tartását automatikus berendezések végzik. Tüzek esetén a megfelelő védelmi berendezések működtethetők.

E. Gy.

*

Az alumínium tőkés piaci pangásának újabb fejleménye a norvég alumíniumgyártás ez évi csökkentése. Az ország évi 600 000 tonnás alumíniumgyártó kapacitásának felét reprezentáló Aardal og Sunndal Verk bejelentette, hogy idei termelését 15 000 tonnával csökkenti. Ha az intézkedés nem bizonyul hatékonynak a raktárkészletek csökkentésében, akkor az eredetileg tervezett termelést újabb 12%-kal csökkentik. A norvég Kereskedelmi Minisztérium jelentése szerint az ország többi alumíniumtermelője az ASV-hez hasonló mértékben csökkenti termelését.

Metal Bulletin, 1971. augusztus 3.

*

Ausztráliában Perth-től 48 km-re északra épül és mintegy 2 év múlva kezdi meg működését Ausztrália 5. timföldgyára, amelynek tervezett kezdő kapacitása 800 000 t/év, végső kapacitása 1,2 millió t/év lesz.

Revue de l'Aluminium, 1971. június

*

A japán Light Metal Association bejelentett, hogy sikerrel zárultak egy újfajta habalumínium előállítására irányuló kísérletek. Az új könnyű, nagy szilárdságú korrozióálló anyag 40% alumíniumot és 60% vulkánikus hamut tartalmaz. Feltehető, hogy a vulkánikus hamu elnevezés perlitet takar, bár japán részről ezt hivatalosan nem erősítették meg.

Metal Bulletin, 1971. augusztus 3.

*

A közelmúltban már többször beszámoltunk arról, hogy napjainkban az újfajta alumíniumgyártási eljárások kidolgozása ismét a tudományos kutatómunka homlokterébe került. Ezek sorába tartozik az a kutatási program is, amelyet az alumíniumipari monopóliumok bevonásával az amerikai Nemzeti Nyersanyaggazdálkodási Tanácsadó Testület indított el. A kutatás célja, hogy az alumíniumot a bauxittól eltérő nyersanyagbázison állítsák elő. A kutatások sikeres befejezése stratégiai jelentőségű lehet az USA számára, hiszen a kereslet dinamikus növekedése miatt a bauxittermelés a hazai szükségleteknek csak 10%-át fedezi. Felmérések szerint ez az arány a jövőben még rosszabb lesz.

Metal Bulletin 1971. augusztus 10.

*

Az Alca of Australia konszern bejelentette, hogy Point-Henryben működő Kohójának termelését szeptembertől kezdve évi 14,5 ezer tonnával, azaz 15%-kal csökkenti.

Ausztrália tavalyi 85 ezer tonnás alumíniumexportja mintegy felerészben oszlott meg az Alcoa és a Comalco között. Az utóbbi társaság eddig még nem jelentett be termeléskorlátozást. A harmadik legnagyobb ausztrál termelő, az Alcan of Australia, továbbra is fenntartja termelésének korábbi szintjét, mivel teljesen a belső piacra dolgozik.

Míg 1969-ben Ausztrália 132 ezer tonnás alumíniumtermeléséből 126 ezer tonna volt a belföldi felhasználás, addig 1970-ben már 213 ezer tonnás termelés állt szemben a 132 ezer tonna hazai fogyasztással. Mint látható, Ausztrália exportárualapja 1970-ben jelentősen megnövekedett.

Metal Bulletin, 1971. szeptember 7.

*

A „Holland Aluminium NV" bejelentette, hogy elhalasztja a 96 ezer t/év kapacitású Delfzijl-i Kohójának bővítését, de a működő kapacitást nem kívánja csökkenteni.

Metal Bulletin 1971. szeptember 10.

L. D.

Üzemi hírek

Az Almásfüzitői Timföldgyárban IX. 27-én megkezdődött az osztrák W.-B. kazán próbaüzeme, ami a Timföldgyár gőzellátását van hivatva zavartalanná tenni.

*

Október 1-én ünnepélyes keretek között avatták fel a Magyaróvári Timföldgyárban a 30 et/év kapacitású alumíniumszulfát üzemet. Október hónapban az üzem már teljes kapacitással fog üzemelni.

*

Az Ajkai Alumíniumkohóban az augusztus hónapban beérkezett Bühler öntőgép telepítését szeptember hónapban befejezték és így a gép üzembehelyezése és próbaüzeme október hónapban történik meg.

*

Október 13—16. között Ziar nad Hronom-ban került sor a Csehszlovák-Magyar Gazdasági és Műszaki-Tudományos Együttműködési Vegyes Bizottság Alumíniumipari Munkacsoportjának ülésére.

R. O. I.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. FEBRUÁR HÓ
2

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel.: 127-084, 318-926

TARTALOM

MOLNÁR LÁSZLÓ—KOVÁCS SÁNDORNÉ: A kohászat 1968—1970. évi gazdálkodása 49
DR. PROHÁSZKA JÁNOS: Hexagonális kristályok sztereografikus pólusábráinak meghatározása szerkesztés nélkül 55
DR. HORVÁTH JÁNOS—PUCH JÓZSEF: Berendezés vasércek és zsugorítványok redukálhatóságának laboratóriumi meghatározására 61
TAKÁCS GYÖRGY—KOVÁCS LÁSZLÓ—GORONDI ISTVÁN: Acélhuzalok horganyozva húzása 66
DR. HEGEDÜS ZOLTÁN: Elektrotechnikai acélszalagok védőgázas hőkezelése 70
DR. SZOMBATFALVY ÁRPÁD—NÉMETH ZSUZSA: Acélok elridegedése kis hőmérsékletű megeresztéskor 74
Könyvismertetés 78
Beszámoló konferenciáról Beszámoló külföldi konferenciákról 79
Anyagvizsgálati hírek Egyesületi hírek 84
Szabványosítási hírek B3

FÉMKOHÁSZAT

NÉMETH BÉLA—BOROS FERENC: Kétlépcsős fajsúlymérés és szabályozás 85
TELESZKY ILONA—ROÓSZ ANDRÁS: Módszer réz vezetékanyagok minősítésére 88
HARSÁNYI JÓZSEF—PINTÉR GÉZA: Timföldgyári folyamatos sorbakötött zagytartályok szintszabályozása 93
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 96

ÖNTÖDE

DR. VERESKÓI JÁNOS—TÓTH LEVENTE—KUTI MIHÁLY: Összefüggés a homokformák formatöltési ideje és hőellenállóképessége között 25
Emlékezünk Gruner Edére 31
SZY GÉZA: A jelenlegi öntödei árrendszer és egy új árrendszer kialakítására vonatkozó elképzelés (folytatás) 32
Könyvismertetések 35, 42, 45, 48
KATUS LÁSZLÓ: Formázóberendezések kiválasztásának egyik módszere öntödék tervezésekor 36
MÁRTON ISTVÁN: Földgáz-póttüzelésű kupolókemencék üzemi tapasztalatai 40
Az ötvözetlen és gyengén ötvözött lemezgrafitos öntöttvas megmunkálhatóságának gyors meghatározása síkesztergálással 43
39. Nemzetközi Öntő Kongresszus 46
Letörhető tápfejek alkalmazása acélöntödékben 45
„Öntöde" szerkesztők látogatása Lengyelországban 47
Szabványosítási hírek 48

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
72.2., 16259 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalban
Csekkszámlaszám: egyéni 61.254, közületi 61.066 vagy átutalás az MNB 8 sz. folyószámlájára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM ГОД JAHRGANG YEAR 105

SZÁM № Nr. No. 2

FEBRUÁR ФЕВРАЛ FEBRUAR FEBRUARY 1972

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Ласло Молнар—Шандорне Ковач: **Экономика металлургии с 1968 года по 1970 год** ..... **С** 49
При оценке 3 годичной экономики черной и цветной металлургии авторы устанавливают, что в экономичности производства проявлялись благоприятные тенденции, импульсу рынка значительно повлияли на степень развития и под влиянием материальной заинтерисованности значительную роль получили интересы предприятии.
Однако можно установить, что некоторые проблемы экономики предприятий проявляются усиленно, так например напряженность в соотношении заработков и штатов и затруднения связанные с фондом развития.
Из численных данных исследования рассмотренного периода можно установить, что эффективность экономики черной металлургии улучшается и объем производства в желанной степени расширяется.

Д-р Янош Прохаска: **Определение стереографических полюсных фигур гексагональных кристаллов без конструирования** ..... **С** 55
Автор статьи разработал метод стереографического изображения полюсов кристаллов и метод для необходимых расчетов. Использованием данного метода становятся наглядными проблемы изображения. Статья является расширением прежних результатов для кубических кристаллов.

Д-р Янош Хорват—Йожеф Пух: **Установки для лабораторного определения восстанавливаемости железных руд и агломератов** ..... **С** 61
Процессы и установки, описанные в литературе для исследования восстанавливаемости железных руд и агломератов, являются сложными, работа этих установок дорогая, и к тому же они изготовлены из легко выходящих из строя частей. Эти недостатки исключает и претендует на широкое применение описанная в данной статье установка. Исследование восстановления происходит в потоке CO, при постоянной температуре (850 °C), в течение определенного (4 часа) времени.

Д-р Золтан Хегедюш: **Термическая обработка электротехнических стальных летн в защитном газе** ..... **С** 66
Реакциями происходящими между металлом и защитным газом являются процессы обезуглероживания, отдачи азота и обессеривания. После практического осуществления теоретических выводов на работе автора начали выпускать электротехническую сталь по качеству соответствующему мировому уровню.

Дьердь Такач—Ласло Ковач—Иштван Горонди: **Вытяжка оцинкованием стальных проводов** **С** 70
Трудности производства при вытяжке оцинкованием стальных проводов малого диаметра. На работе автора эти трудности были предотвращены с помощью создания нового типа соляной ванны для нагрева проводов, модернизации технологии патентирования и обмотки патентованных проводов. Приводятся подробные расчетные данные для осуществления новой технологии.

Д-р Арпад Сомбатфалви—Жужа Немет: **Охрупчивание сталей при низкотемпературном отпуске** ..... **С** 74
На заводе обратили внимание на тот факт, что определенные стали после отпуска при температурах несколько выше 200 °C становятся хрупкими. Это явление было изучено на легированной, цементируемой хромо-молибденовой, а также на конструкционной хромо-марганцево-кремниевой сталях. Были определены степень и условия охрупчивания. Причина этого явления и возможность его предотвращения обсуждаются на основе литературных данных.

Б. Немет—Ф. Борош: **Двухступенчатое измерение удельного веса и регулирование** ..... **С** 85
В статье сообщается о калибровке прибора созданного на глиноземном заводе в Алмашфюзите для двухступенчатого восприятия удельного веса и о результатах проведенных этим прибором точных измерений. Сообщается о схеме осуществленной конечной регулировки щелока.

И. Тэлэски—А. Роос: **Метод квалификаций для медных проводников** ..... **С** 88
Исследовалась рекристаллизация различного качества меди, произведенной на Чепельском металлургическом комбинате. Установлено, что примеси очень сильно влияют на время рекристаллизаций, таким образом по времени рекристаллизаций можно судить о чистоте меди. Было изображено в системе координат $\lg t \sim \frac{1}{T}$ время, необходимое для протекания рекристаллизации на 50% после 75% холодной деформации, таким образом было получена удобная диаграмма для заводского практического применения.

Й. Гаршани—Г. Пинтер: **Регулирование уровня непрерывно работающих, последовательно-подключенных бассейнов пульпы в производстве глинозема** ..... **С** 93
Авторами была определена передаточная функция замкнутого регулирующего контура применяемого при регулировании уровня последовательно-подключенных и снабженных вертикальной мешалкой бассейнов в производстве глинозема. Впервые была определена функция регулированной секции, затем функция возвратной секции. При этом можно оценить и точность регулирования.

INHALT

L. Molnár—Frau S. Kovács: **Einige Bemerkungen zu der Bewirtschaftung in der Hüttenindustrie in den Jahren 1968—1970.** ..... S 49

Die letzten drei Wirtschaftsjahre der Eisen- und Metallhüttenindustrie zeigten, dass in der Produktion günstige Tendenzen zur Geltung kamen, die Marktimpulse haben die Entwicklung erheblich beeinflusst und als Auswirkung eines Gewinnbeteiligungs-Systems bekamen die Interessen der Unternehmen eine wichtige Rolle. Dabei meldeten sich verstärkt einige Probleme der Bewirtschaftung, so z. B. eine Spannung zwischen der Zahl der Arbeitnehmer und der Lohnlage, sowie die Schwierigkeiten in der Bildung des Entwicklungsfonds. Die zahlenmässige Untersuchung des analysierten Zeitraumes zeigte, dass die Intensivität der Bewirtschaftung in der Hüttenindustrie sich bedeutend verbesserte, und das Volumen der Erzeugung in dem gewünschten Mass sich erweiterte.

Dr. J. Prohászka: **Bestimmung der stereographischen Polfiguren von hexagonalen Kristallen ohne Konstruieren** ..... S 55

Vom Verfasser entwickeltes Verfahren zur stereographischen Abbildung der Pole von hexagonalen Kristallen. Die Anwendung des Verfahrens erspart viel Mühe und macht die Konstruktions-Probleme des Abbildens übersichtlicher. In den Schilderungen werden die auf die kubische Kristalle bezogenen früheren Ergebnisse weiter entwickelt.

Dr. J. Horváth—J. Puch: **Laboratoriumseinrichtung zur Bestimmung der Reduzierbarkeit von Eisenerzen und Sintern** ..... S 61

Die in der Literatur beschriebenen Einrichtungen zur Prüfung der Reduzierbarkeit von Eisenerzen und Sintern sind kompliziert, ihr Betrieb ist kostspielig, dabei wird die Apparatur leicht fehlerhaft. Die entwickelte Einrichtung soll diese Mängel beseitigen. Die Prüfung der Reduzierbarkeit wird in CO-Gasstrom bei konstanter Temperatur (850 °C) und Zeitdauer (4 Stunden) vorgenommen.

Gy. Takács—L. Kovács—I. Gorondi: **Das Nachziehen verzinkten Stahldrähten** ..... S 66

Die Schwierigkeiten beim Ziehen von dünnen verzinkten Stahldrähten. Zur Beseitigung der Schwierigkeiten wurde ein neuartiges Salzbad zur Erhitzung der Drähte errichtet, die Technologie des Patentierens und des Aufwickelns der Drähte wurde modernisiert. Rechnerische Grundlagen zur Ausführung der neuen Technologie.

Dr. Z. Hegedüs: **Warmebehandlung der elektrotechnischen Bandstahle in Schutzgas** ..... S 70

Die zwischen Schutzgas und Metall sich abspielenden Reaktionen, und zwar die Dekarbonisation, die Stickstoffabgabe und die Entschwefelung. Durch die praktische Anwendung der theoretischen Grundlagen konnten im Betrieb des Verfassers elektrotechnische Bandstähle in Qualität des Weltniveaus erzeugt werden.

Dr. Á. Szombatfalvy—Zs. Németh: **Versprödung der Stähle beim Anlassen auf niedrige Temperatur** S 74

Betriebserfahrungen zeigten, dass gewisse Stähle beim Anlassen auf Temperaturen wenig über 200 °C eine Versprödung erleiden. Die Erscheinung wurde an Cr-Mo-Einsatzstählen und an Cr-Mn-Si-Baustählen untersucht. Mass und Umständen der Versprödung wurden festgestellt. Ursache und Beseitigung des Phenomens werden besprochen.

B. Németh—F. Boros: **Wichtemessung und Reglung in zwei Stufen** ..... S 85

Die Arbeit beschreibt die Dimensionierung des in der Tonerdefabrik Almásfüzitő eingesetzten Zweistufen-Wichtefühlers und die Ergebnisse der damit ausgeführten Genauigkeitsmessungen. Das Schema der realisierten Laugenendeinstellung wird dargestellt.

I. Teleszky—A. Roósz: **Verfahrung zur qualifizierung von Kupfer-Leitungswerkstoffen** ..... S 88

Die Rekristallisierung der in den Eisen- und Metallwerken Csepel erzeugten verschiedenen Kupferqualitäten wurde geprüft. Die Verunreinigungen haben einen wesentlichen Einfluss auf die Rekristallisierungsdauer und erlauben Rückschlüsse auf die Kupferreinheit auf Grund der Rekristallisierungsdauer. Die Dauer der 50%-igen Rekristallisierung nach 75%-iger Kaltformung wurde im $\lg W - \frac{1}{T}$ Koordinatensystem dargestellt und kann als Bewertungsschaubild für die Betriebspraxis dienen.

J. Harsányi—G. Pintér: **Die Standregulierung bei kontinuierlichen, Trübebehältern in Serienschaltung in Tonerdefabriken** ..... S 93

Es wird die Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises für die Standregulierung von Behältern mit Serienschaltung und Vertikalrührung in Tonerdefabriken bestimmt, und zwar zuerst für die Regelstrecke und dann für den Rückführabschnitt. Die Genauigkeit der Regelung lässt sich abschätzen.

CONTENTS

Molnár L.—Mrs. S. Kovács: **The economy of metallurgy in 1968—1970.** ..... P 49

In evaluating the three years' economy of ferrous and coloured metals production a favourable tendency is observed in the economy of production. The extent of development has been influenced significantly by market trends and the company interests have played a dominant role, due to the system of profit incentives. Some problems of company economy are increasingly apparent, however, e.g. the well-known stresses in the number of employees and in wages, or the difficulties with the fund for technical development. The numerical data for the test period show an improvement of the effectiveness of economy in the metallurgical industries and a desired increase of the production volume.

Dr. J. Prohászka: **Plotting stereographic pole figures of hexagonal crystals without any construction** . P 55

The author has developed a method for the stereographic representation of the poles of hexagonal crystals and for the necessary calculations. The use of this method is very labour-saving and furnishes a good survey of the constructional problems of plotting. The work is a continuation of former results which refer exclusively to cubic crystals.

Dr. J. Horváth—J. Puch: **Equipment for laboratory testing of the reducibility of iron ores and sinter** P 61

The processes and equipment described in technical literature for the laboratory testing of the reducibility of iron ores and sinter are complicated and costly and are liable to many operating errors. The apparatus described in this paper is intended to eliminate these drawbacks and promote the widespread application of this test.
The reduction test is carried out in a flow of CO at constant temperature (850 deg. C) for 4 hours.

Gy. Takács—L. Kovács—I. Gorondi: **Galvanizing drawing of 0,2—0,5 mm dia. steel wire** ..... P 66

Production problems in the galvanizing drawing of light gauge steel wire. The problems have been solved at the authors firm by establishing a modern salt bath for wire heating, and by modernizing the patenting technology and the coiling of patented wire. Detailed calculations for introducing the novel technology.

Dr. Z. Hegedűs: **Heat treatment of steel strip for electrotechnical uses in a protective atmosphere** P 70

Reactions between the protective atmosphere and the metal, processes of decarbonization, nitrogen removal and desulphurization. The practical realization of theoretical conclusions has resulted in the production of steel strip for electrotechnical purposes in a quality corresponding to the international level.

Dr. Á. Szombatfalvy—Zs. Németh: **Embrittlement of steel after a low temperature anneal** ..... P 74

Plant experiences have shown that certain steel grades are liable to embrittlement after an anneal at about 200 deg. centigrade. The phenomenon has been studied on a Cr—Mo carburising steel and on a Cr—Mn—Si structural steel. The extent and conditions of embrittlement have been determined, the causes of the phenomenon and the possibility of its prevention are described from literature data.

B. Németh—F. Boros: **Measuring and controlling specific gravity in two steps** ..... P 85

The paper describes the dimensioning of the two-step specific gravity sensor realized in the Almásfűzitő alumina factory and the results of accuracy tests carried out with this device. The flowsheet of the realized final liquor setting is presented.

I. Teleszky—A. Roósz: **Method for evaluating copper conductor materials** ..... P 88

The recrystallization of various copper grades produced at the Csepel Iron and Metal Works has been tested. Contaminants have a significant influence on the time of recrystallization and this latter factor may be used to evaluate the purity of copper. The time necessary for the 50 pct recrystallization of copper after 75 pct cold forming has been plotted in the lg w—T^{-1} coordinate system and the diagram is suitable for evaluations in plant practice.

J. Harsányi—G. Pintér: **Level control of continuous slurry tanks arranged in series in an alumina factory** ..... P 93

The authors determine the transfer function for the closed control circuit of level regulation in tanks for alumina production, arranged in series, with vertical agitation, first for the controlled process and then for the feedback section. It is possible to assess the precision of the control function.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. CSEPIGA ZOLTÁN, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KEMÉNY KORNÉL, MARCZIS LÁSZLÓ, NAGY ZOLTÁN, PINTÉR ANDRÁS, RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN, DR. PILISSY LAJOS, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VÁRHELYI REZSŐ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 2. szám 1972. február

A kohászat 1968—1970. évi gazdálkodása

MOLNÁR LÁSZLÓ—KOVÁCS SÁNDORNÉ
közgazdász közgazdász
Pénzügyminisztérium, Ipari Főosztály

DK: 669.1 + 669.2/8 : 338.984 „1968/1970"

A vaskohóipar és a színesfém kohóipar hároméves gazdálkodásának értékelésekor megállapítható, hogy a termelés gazdaságosságában kedvező tendenciák érvényesültek, a fejlődés mértékét a piaci impulzusok jelentősen befolyásolták és a nyereség érdekeltségi rendszer hatására a vállalati érdekek jelentős szerepet kaptak. Megfigyelhető azonban, hogy a vállalati gazdálkodás néhány problémája felerősödve jelentkezik, így a létszám- és bérhelyzet ismert feszültségei és a fejlesztési alappal kapcsolatos nehézségek. Az elemzési időszak számszerű adatainak vizsgálatából megállapítható, hogy a kohóipar gazdálkdásának hatékonysága javulást mutat és termelési volumene a kívánt mértékben bővül.

A III. ötéves tervidőszak lezárult. Minden tervperiódus fontos jellemzőket hordoz magában mind a népgazdaság egészére, mind egy-egy ágazat vonatkozásában. Jelenlegi tanulmányunkban nem a III. ötéves terv egész időszakát, hanem utolsó három évét tekintettük elemzési szempontból különösen fontosnak. 1968. január 1-én — a tervidőszak második szakaszában — lépett életbe gazdasági életünk új szabályozó rendszere, s az ezt követő két év az új mechanizmus kibontakozásának időszaka volt.

Munkánkban elemezni kívánjuk, hogy a vizsgált időszakban érvényesülő közgazdasági szabályozó eszközök által támasztott környezetben hogyan alakult a vállalati gazdálkodás, a vállalatok hogyan reagáltak a szabályozók által befolyásolt gazdasági környezet hatásaira.

Elemzésünkben a kohászati ágazat fogalma a vas- és színesfémkohászatra vonatkozik.

A piaci tevékenység alakulása, termelés, értékesítés

Az III. ötéves tervtörvény a vaskohóiparra a következő számszerű előírást tartalmazza: „a termelést úgy kell irányítani, hogy 1970-ben a nyersvas termelés 1,8—1,9 millió tonnát, a nyersacél termelés 2,9—3,0 millió tonnát érjen el."

A vaskohóipar 1970-ben 1,84 millió tonna nyersvasat és 3,1 millió tonna nyersacélt gyártott és ezzel teljesítette, illetve túlteljesítette a tervtörvényben meghatározott szintet.

Az 1968—1970. években — a reform időszakában — a vaskohóipar termékeinek termelése a következők szerint növekedett:

	1970/1967 %-ban
Nyersvas termelés	110,1%
Nyersacél termelés	113,4%
Hengerelt acél termelés	115,6%
Melegen hengerelt acélcső	107,2%
Hegesztett acélcső	108,3%

A kohóipar termelési volumene 1969-ben 4,8%-kal, 1970-ben pedig 5,2%-kal haladta meg az előző évi szintet. Az egyes termékek volumen bővülésének mértéke kifejezi azokat a fejlődési vonásokat, amelyek a piaci impulzusok és az értékesítési sajátosságok hatására meghatározták az ágazat tevékenységét.

A kohóipar termelésének fejlődését elemezve a következőket állapíthatjuk meg:

a) a vaskohóipar termelésének fejlődését elsősorban a termelőkapacitások jobb kihasználásával és egyes technológiák korszerűsítésével érték el;

b) az acéltermelés a növekvő igények hatására emelkedett és választéka jobban igazodott a felhasználási igényekhez, ennek megfelelően növekedett a minőségi acélfajták termelésének részaránya;

c) legnagyobb mértékben a hidegen alakított acélok termelése, ezen belül pedig a hidegen alakított acélidom gyártás növekedett;

d) néhány termékből a termelés választéka eltért a felhasználók konkrét igényeitől, ezekből nemzetközi termékcserével elégítették ki a belföldi igényeket;

e) a színesfém kohóipari vállalatok növelték termelésüket, de a mérsékelt megrendelői igények nem

biztosították a rendelkezésre álló kapacitások teljes kihasználását.

A kohóipar nettó árbevételének növekedési üteme szakágazatok szerint a következő volt:

	1969/68	1970/69
Vaskohóipar	106,0	109,1
Színesfém kohóipar	104,3	112,7
Kohóipar összesen	105,8	109,5

Az értékesítés növekedése mellett megváltozott a termelés struktúrája is. A belföldi értékesítés részaránya 1968-ban jelentős volt, 1969—70-ben viszont a belföldi felhasználási piac telítettsége és a felhasználók készletcsökkentési intézkedéseinek hatására mérséklődött a belkereskedelmi értékesítés.

A termelés és az értékesítés kedvező mértékű növelését főleg a következő tényezők tették lehetővé:

a) jelentős mértékű növekedési lehetőség a tőkés exportban;

b) a világpiaci árak kedvező alakulása és az export termékösszetétel megfelelő összeállítása;

c) a belföldi értékesítés gyártmányösszetételén belül a munkaigényesebb, értékesebb termékek részarányának növelése. A számszerű összefüggéseket az *1. táblázat*ban mutatjuk be.

1. táblázat

Az export és belföldi értékesítés megoszlása a kohászatban

%

	1968	1969	1970
Árbevétel belföldi értékesítésből	85,1	77,2	72,6
Árbevétel exportból	14,9	22,8	27,4
Az összes exportból szocialista relációba	33,4	20,4	16,5
Az összes exportból kapitalista relációba	66,6	79,6	83,5

A nettó árbevétel növekedésében az árszint emelkedésének is szerepe volt. A termelői árindex 1969-ben 100,9%, 1970-ben pedig 104,0% volt az előző évhez viszonyítva. Az emelkedés döntően az export tevékenységében jelentkezett: 1970-ben pl. a belföldi értékesítés árindexe 100,0%, a külkereskedelmi értékesítésé 113,5% volt.

A vaskohászati termékek iránt 1968-ban különösen nagy volt a vásárlók igénye és ez a kereslet elősegítette a vállalatok kapacitásának kihasználását. Az igénynövekedés főleg a hengerelt árukban jelentkezett. A belföldi értékesítés részaránya ekkor 85,1% volt, 1969—70-ben csökkent a belföldi értékesítés volumene és az értékesítés aránya 72,6%-ra alakult.

A kohóipar belföldi értékesítése a szocialista választékcserével kiegészítve teljesítette a jelentős felhasználási területek (járműprogram, gépipari ellátás) igényét, sőt 1970-ben növekedtek a felhasználók készletei is. Ehhez az említett választékcserén kívül hozzájárult a növekvő szocialista import is.

Az árbevételből az export-értékesítés részaránya az elemzés időszakában jelentősen megnőtt (1968-ban 14,9%; 1969-ben 22,8% és 1970-ben 27,4%). Az exportértékesítés különösen a tőkés piacon emelkedett a tőkéspiaci kereslet és az árkonjunktúra hatására, mely 1968-tól általában 1970. III. negyedévéig tartott. A vállalatok export tevékenysége számottevően nőtt, a fejlődés üteme azonban nem monoton növekvő az 1969. évi kimagasló teljesítés miatt. Csak három vállalat — a Dunai Vasmű, a Lenin Kohászati Művek és a Csepeli Fémmű — export értékesítésének nagysága haladta meg az 1969 évi szintet.

A kohóipari vállalatok fejlesztési tevékenysége, pénzügyi struktúrája

Az állóeszköz-struktúra alakulása

A kohóipari termelés állóeszközigényessége magasabb az ipar átlagánál, ami kifejezésre jut a szerves összetétel nagy arányszámában is, — az eszköz és bér következőképpen aránylik egymáshoz: 16 Ft eszköz: 1 Ft bér —. Ez az arány az elemzés időszakában nem változott.

A kohóipari üzemek termelő berendezései legnagyobbrészt elavultak, műszaki színvonaluk elmaradt, ezek a körülmények kedvezőtlenül hatnak a termelési költségek alakulására. A korszerűsítés minden esetben nagy értékű beruházást kíván.

A III. ötéves terv mérsékelt fejlesztési ütemet irányzott elő a kohóipar számára, az előirányzat az áthúzódó értékkel együtt közel 15 md Ft volt. Ebből az előirányzatból mintegy 10 md Ft nagyságú beruházás valósult meg, 5 md Ft a IV. ötéves tervidőszakban induló beruházássá módosult. A megvalósult beruházások több mint 50%-a 1968-tól indulóan valósult meg.

Termelési vertikumok szerint a vaskohóipari beruházások a következő arányokat mutatják:

Ércelőkészítés	19,7%
Acélgyártás	17,5%
Hideg- és melegalakítás	33,5%
Másod- és harmadtermék gyártás	7,8%
Anyagmozgatás	1,5%
Üzemfenntartás, karbantartás	8,4%
Nem termelő jellegű beruházás	11,6%

A Borsodi Ércelőkészítő Mű beruházása miatt nagy részarányú az ércelőkészítés, viszont az anyagmozgatásra, szállításra fordított beruházás kis arányt képvisel.

A beruházási tevékenység időbeliségének vizsgálatakor a következő tendenciát tapasztaltuk. A beruházás dinamikája az egymást követő években a következőképpen alakult az előző év %-ában:

1968. évi beruházás	107,2%
1969. évi beruházás	104,7%
1970. évi beruházás	101,7%

A kohóipari beruházások trendjének vizsgálatával megállapítható a befejezett beruházási tevékenység mérséklődése, de belső tartalmában további aránytalanságokat tárhatunk fel, mégpedig:

a) az ingatlanok értékének növekedése 1970/68 viszonylatban 121%; a gépekben és gépi berendezésekben ez a növekedés 110% volt. Nem kedvező a nem termelő állomány nagyobb mértékű növekedése;

b) az állóeszköz állomány bővülésének alakulása és az elhasználódás arányának jellemző értéke az állóeszköz nettó/bruttó érték, amely 1968. január 1-én 63,4%-os, 1970. december 31-én 61,1%-os volt.

Ezen belül kedvezőtlenebb a gépek és gépi berendezések fenti értéke, mert 1968. január 1-én 61,1%-os, 1970. december 31-én 55,1%-os volt.

Az érték változása az állóeszköz állomány jelentős elöregedését fejezi ki, ezzel összefüggésben érzékelteti a beruházási tevékenységnek a kívánt színvonaltól való elmaradását.

A selejtezés és a 0-ra való leírás együttes összege a kohóiparban évente 700 millió körül alakult. Ez a tevékenység megítélhető egyrészt olyan megközelítésben, hogy az eszközök ilyen mértékben elértéktelenedtek, de másrészt a költségmegtakarítás egyik forrásának is tekinthető. A költségek elemzésében érzékelhető az eszközlekötési járulék, valamint az értékcsökkenési leírás csökkenő tendenciája.

Ehhez hozzátartozik, hogy az 1971-ben induló fejlesztési kölcsönből megvalósuló beruházások és más rekonstrukciók miatt szükség volt nagyobb mértékű selejtezésre.

A kohóipar ágazat beruházási politikáját a következők jellemzik:

a) befejeződtek az 1968. január 1-e előtt központi intézkedésre megkezdett beruházások. Ezeknek az áthúzódó beruházásoknak egy része új termelési kapacitás. A Borsodi Ércelőkészítő Mű, 1,8 md Ft-os beruházásból 1,3 md Ft 1968-ban került befejezésre és aktiválásra, ugyanígy az Öntödei Vállalat Soproni Vasöntöde beruházás. Az áthúzódó beruházások másik része rekonstrukciós jellegű, ilyenek a Csepel Művekben a Csőgyár, Acélöntöde, Fémmű, Metallochemia stb.;

b) a piaci hatásokra reagálva a vállalatok olyan beruházásokat kezdeményeztek, amelyek viszonylag rövid idő alatt megvalósíthatók. Lényegében elkezdődött a termelés szerkezetének az igények alapján történő ésszerű átalakulása. Ezekkel a törekvésekkel valósult meg a Borsodnádasdi Lemezgyár trilex üzeme, a Lenin Kohászati Művek elektroacél üzeme, a Dunai Vasmű radiátorgyára, a Salgótarjáni Kohászati Üzemek Dexion—Salgó gyárrészlege, a December 4. Drótművekben a sodronykötél üzem;

c) ebben az időszakban alakult ki néhány távlati célkitűzés megalapozása, így pl. az LKM és OKÜ egyenként 2 md Ft-os, fejlesztési kölcsönből fedezett beruházásainak előkészítése. A Dunai Vasmű folyamatos öntőmű építése és meleghengerüzem rekonstrukciójának megkezdése a beszámolási időszak beruházási tevékenységének egy-egy jelentős lépése.

Forgóeszközök alakulása

A készletállomány 21,6%-os növekedése 3 év összességében arányos a termelés bővülésével, azonban az 1969. illetve 1970. év készletgazdálkodását egymástól eltérő tendencia jellemezte.

A kohóipar anyagkészlete 1969-ben 0,6%-kal növekedett ugyan, de egyes alapanyagok ellátásában problémák voltak a biztonsági készletszintek felületes kezelése miatt. 1970-ben GB határozat kötelezte a vállalatokat a készletszint tartására.

A késztermékállomány 1969-ben több mint 300 mFt-tal növekedett, 1970-ben pedig megközelítőleg 100 mFt-tal csökkent.

Az ellentétes tendenciában az 1969. évi késztermék készletállomány növekedésének okai a következők voltak:

a) a II. osztályú termékek nehezen voltak értékesíthetők (pl. a Csepeli Csőgyárban jelentős készlet maradt raktáron);

b) az ütemtelen készáru kibocsátás miatt a decemberi kiszállításban torlódás jelentkezett, amelyhez a kedvezőtlen szállítási feltételek is hozzájárultak;

c) az export növekedés megemelte az úton levő késztermék állományt, de hozzájárult ehhez a teljesítés elszámolásának módosítása is (1968-ban az 1969. I. 31-ig kiszállított exportot lehetett elszámolni, míg 1969-ben a folyó év XII. 31-ig kiszállított mennyiséget).

A késztermék-állomány növekedés jelentős volt a Dunai Vasműben, az Ózdi Kohászati Üzemekben, a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben és a Csepeli Csőgyárban.

Az 1970. évi késztermék állomány csökkenésének az okai a következők voltak:

a) a belföldi piaci igényeknek megfelelően alakult a termelés és az értékesítés;

b) erős volt a tőkéspiaci konjunktúra, ennek megfelelően a kohóipari termékek értékesítése kedvezően alakult.

A vállalati eszközök pénzügyi forrásainak alakulása

Az állóeszközök forrása, mint arra már a fejezet első részében utaltunk, egyenletesen növekvő tendenciát mutat. A képződés struktúrája úgy rendeződik át, hogy a nyereségből képződő forrás dinamikusabban növekszik, mint az amortizációból adódott, amely a beruházások ütemének lassulásával függ össze.

A vállalatok fejlesztési alapból való évenkénti forgóalap feltöltése nem elegendő arra, hogy saját alapjuk arányát jelentősen tudják javítani. A tartós passzívák volumene jelentős nagyságú és színvonala tartósan magas, így saját forrásként is figyelembe vehető. A saját forrásokat így vizsgálva az arány jelentősen megjavul.

A kohóipari vállalatok pénzügyi helyzete 1969-ben kedvezőtlen volt, átmeneti, hosszabb-rövidebb ideig tartó pénzügyi zavar csaknem valamennyi vállalatnál előfordult. Többször vettek igénybe *likviditási hitelt* munkabérek kifizetésére. A vállalatok pénzügyi helyzete 1970-ben nem romlott, de néhány vállalatnál fizetésképtelenség következett be.

A nyereség elemzése

A kohóipar 1968. évi nyereségét 100%-nak véve, a növekedés az elemzés időszakában a következőképpen alakult:

1969-ben	104,8%
1970-ben	111,2%

A két ágazat nyereségnövekedése egymástól eltérő ütem szerint alakult, úgyhogy az éveket egybevéve a vaskohóipar nyereségnövekedése (111,3% kedvezőbb, mint a színesfém kohóiparé (109,0%).

Az árbevételhez arányos nyereség a kohóiparban 1968-ban és 1969-ben azonosan 8,8, míg 1970-ben 8,5-re csökkent. Ennek a 0,3 pontos csökkenésnek elemzésére a későbbiekben még visszatérünk, most csak annyit kívánunk megemlíteni, hogy az érték alakulása nagyon kedvezőtlen a vaskohóiparban, tendenciája monoton csökkenő (1968-ban 9,4, 1969-ben 9,3, 1970-ben 9,0).

A nyereség alakulását a nettó árbevétel relációk szerinti változása jelentős mértékben befolyásolta. A nettó árbevételből a tőkés export részaránya az 1969. évi 9,2%-ról 1970-re 22,2%-ra növekedett, de ennél nagyobb mértékben rendeződött át a nyereség a relációs források szerint, mert csak a tőkés export értékesítésben javult a fajlagos szűkített önköltség szintje.

A szocialista relációjú export árbevétel aránya az 1968. évi 33,4%-ról 1970-re 16,5%-ra csökkent. A kedvezőbb termékösszetétel ellenére is jelentősen romlott a szocialista exportban a jövedelmezőség (3,9 pont), ez a tényező kedvezőtlen az eredmény alakulására.

A belföldi értékesítésben a szűkített önköltség fajlagos értéke 0,2 ponttal romlott. A nyereségvolumen alakulása szempontjából kedvező tényező a belföldi értékesítésnek az 1968. évi 86,2%-ról 1970-re 73,8%-ra, vagyis 12,4 ponttal való csökkenése.

A kohóipar növekvő árbevételén belül csökkent tehát a belföldi értékesítés részaránya, de 1970-ben abszolút értékben sem érte el az 1968-as szintet. Mindez a változás a termelés bővítése mellett következett be (pl. jelentősen emelkedett a hengerelt acélkésztermék, a másod- és harmadtermék volumene.) Ebből következik, hogy a korábbi belföldi ellátás egy része fokozatosan tőkés exportra került, de ennek következtében belföldi igény nem maradt kielégítetlen.

Összefoglalva megállapítható, hogy

a) a tőkés export értékesítésben a jövedelmezőség javult (1,6 pont) és

b) a tőkés export értékesítési volumen jelentős mértékben növekedett (1970/1968 : 281,0%), aminek eredményeként biztosítani lehetett a kohóipar évenkénti nyereségnövekményét, annak ellenére, hogy romlott a szocialista export és a belföldi értékesítés jövedelmezősége.

Mint említettük, a belföldi értékesítés jövedelmezősége mindkét szakágazatban romlott. Mivel a kohászati termékek árai zömmel hatóságilag megállapított árak (maximált árak), így a belföldi árbevétel növelésére áremelés útján nincsen lehetőség, de még arra sem, hogy a kohászat a termelési fázisban felmerülő többletköltségeket tovább hárítsa. Ezen túlmenően a vevők költségeik csökkentése érdekében még az indokolt felárak csökkentésére is törekedtek (pl. kis tételek utáni felár, minőségi kategóriák stb.) A vaskohóipar árbevételét, illetve nyereségét mérsékelte az 1968. szeptember 1-i lemezár csökkentés is.

Végeredményben a költségnövekedések (pl. begyűrűződő áremelkedések, az exporttal kapcsolatos többletköltségek, állóeszközfenntartási költségek növekedése) a tőkés export volumennek és árnyereségének kedvező hatásait csökkentették vállalati szinten, így a többleteredmény csak részben érvényesült.

A társadalmi termékre vetített költséghányadok kedvezően alakultak, az egyéb költségek kivételével. Az anyagköltség fajlagosak — az 1969. évi 0,4 pontos növekedés mellett — 1968-ról 1970-re 0,6 ponttal csökkentek. A fajlagos műszaki kihozatali mutatók 1970-ben javultak, pl. a BÉM tömörítvénygyártás felfutása lehetővé tette a nagyolvasztók anyagköltség fajlagosai javulását.

A kohóipar nyereségérdekeltségéhez szorosan hozzátartozik az adóvisszatérítési rendszer is. A vaskohóiparban az állami visszatérítési rendszer megállapításakor alapelvként került elfogadásra, hogy a kohóipari termékek exportjában lemezfajták *konvertibilis deviza* ellenében történő értékesítése kívánatos. A lemezexportban a Dunai Vasmű tevékenysége jelentős. Azonban a Vasműben a devizakitermelési mutató induláskor 75—79 Ft/$ nagyságrendű volt, amely a kohászati vállalatok között a legkedvezőtlenebb. Abból a meggondolásból hogy a Dunai Vasmű a lemeztermelés fokozásában és exportjában érdekelt legyen, engedélyezésre került az adóvisszatérítési rendszer alkalmazása. A konstrukció eredményeként 1969-ben és 1970-ben a Dunai Vasmű közvetlenül részesedési alapjába helyezhetett az adóvisszatérítési összegből.

A színesfémkohászat a tőkés exportot jelentős mértékben növelte. Ezt a belföldi piaci igény csökkenésén túlmenően az eredményes piackutató munka és a szállított termékek jó minősége tette lehetővé. Az adóvisszatérítési szerződésben vállalt feltételeket a Csepeli Fémmű túlteljesítette, mert a nem szocialista exporton belül a konvertibilis részarány 82,7-re valósult meg, az előírt 68%-os részaránnyal szemben.

A direkt támogatásnak ez a módja a Dunai Vasmű és a Csepeli Fémmű gazdasági tevékenységét kedvezően befolyásolta, sőt a *részesedési alap (Ra)* szempontjából túlságosan „biztonságossá" tette, az Öntödei Vállalatnál viszont az alacsony szintű adóvisszatérítés csak csekély mértékben enyhítette a problémákat.

A személyi jövedelem alakulása

A nyereségből képződő bruttó részesedési alap fajlagos színvonalának *(Ra/B) (B=bér)* távlati és időbeni alakulását elemezve megállapítható, hogy a vizsgált időszakban az említett mutatószám nagyságrendjét több tényező jelentősebb mértékben befolyásolta. Ezek közül a jelentősebbek:

a) az *R* nyereségrész adóztatásához alkalmazandó adótábla évenkénti csúsztatása (az első évi érdekeltségi mutató reprodukálása a következő évben magasabb fajlagos részesedési alapot biztosít);

b) a bérfejlesztés *kumulált* figyelembevétele miatt a technikai nyereség évről évre emelkedett, ez

összegében csak a bruttó részesedési alap növekedését eredményezte;

c) a létszámnövekedéssel, illetve a létszám megtakarítással kapcsolatos 1970. évi szankciók és

d) döntő mértékben az eszközarányos nyereség mértéke.

Az említett tényezők a fajlagos részesedési alap térbeli és időbeli alakulását vállalatonként eltérő mértékben és különböző módon befolyásolták. Az *Ra/B* mutató szóródását vállalati szinten indokolt elemezni, amely azonban egy külön tanulmány tárgyát képezi.

A kohóipar szakágazatai szerinti *Ra/B* értékeket a *2. táblázat* tartalmazza, amelyből megállapíthatók az *Ra/B* változás értékei. Ezek a vaskohóiparban 1969-ben 1,8 pont, 1970-ben 1,7 pont, míg a színesfém kohóiparban 1969-ben 1,5 pont és 1970-ben 1,7 pont növekedést mutatnak.

2. táblázat

Nyereségből képződő bruttó részesedési alap bérköltség %

Ágazati csoport	1968	1969	1970	Növekedés % pontban 1968—70
Vaskohóipar	10,8	12,6	14,3	3,5
Színesfém kohóipar..	13,4	14,9	16,6	3,2

Az 1968—70. években a részesedési alapot terhelő bérfejlesztések a bérköltség %-ában a következők voltak: 1969-ben 2%, 1969-ben 3,9% és 1970-ben 3%.

A vaskohóipar és a színesfém kohóipar között az eltérés mindhárom évben 0,1 pontnál kisebb volt. A három év halmozott bérfejlesztése tehát 8,9% a kohóiparban, ez az érték a vaskohóiparban 8,9%, a színesfém kohászatban pedig 8,8% volt.

Összefoglalva megállapítható, hogy a bér- és jövedelemszabályozási rendszer biztosította a kohóipar részére a kívánatos személyi jövedelem színvonalat, de éppen az érdekeltségi rendszer által támasztott követelmények miatt bekövetkezett személyi jövedelem-differenciálódás néhány vállalatnál a jövedelmi szintek területén problémákat okozott. Ez a tényező a munkaerő mozgásra is káros hatást fejtett ki, néhány vállalatnál (mint pl. az Öntödei Vállalat) a munkaerő probléma krónikussá vált.

A nettó részesedési alap csökkenése sok vállalatnál elsősorban a bérfejlesztés időbeli elosztásával kapcsolatos. Valószínűsíthető, hogy egyenletesebb bérfejlesztés és munkaerő ellátás esetén a vállalatok egy részénél nem csökkent volna a nettó részesedési alap. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a nettó *Ra/B* csökkenés nem feltétlenül a szabályozó rendszer következménye.

Fentieken túl a vállalatokon belüli ösztönzési rendszer kialakításával járó gondok, a munkaerőgazdálkodás nehézségei is hozzájárultak az elmúlt években kialakult tendenciákhoz, a „munkaerőpiac" egyensúlyának megbomlásához, amely abban jutott kifejezésre, hogy munkaerőt csak a kapun kívül lehet szerezni. A meglevő munkaerő ésszerű felhasználását elősegítő munkaszervezésre, a vállalaton belüli létszámtartalékok feltárására és hasznosítására még nem alakult ki tudatos vezetői tevékenység.

Az 1968—70. évek gazdálkodásának általános értékelése

Elemzésünkben kísérletet tettünk arra, hogy az ágazat fejlődését egyrészt számadatokon keresztül, másrészt a gazdaságirányítási reform hatásait követve, valamint a belső összefüggéseket, specifikus vonásokat is figyelembe véve adjunk számot a népgazdaság számára nagy fontosságú alapanyag-gyártó ágazat fejlődéséről. Néhány alapvető megállapítás:

1. A népgazdasági mechanizmusnak a vállalati gazdálkodásra kifejtett hatását az alábbiakban foglalhatjuk össze.

a) A kohászati ágazat termelésének fejlődése az előző tervidőszakban elért fejlődésnél nagyobb ütemű volt. Ez az eredmény különösen kedvezőnek tekinthető, ha figyelembe vesszük, hogy a fejlődést a termelő kapacitások intenzívebb kihasználásával, a technológiák korszerűsítésével és a fajlagos anyagfelhasználás javításával biztosították.

b) A vaskohóipar legfontosabb feladata az volt, hogy a termelő kapacitások intenzív hasznosítása mellett korszerűsítse a választék összetételét, javítsa a minőséget. Az átlagosnál nagyobb ütemben növekedjék az ötvözött acéláru és bevont lemezek, a hidegen alakított termékek gyártása. A vaskohóipar fentieket teljesítette. A vaskohászat 1970-ben 3,1 millió tonna nyersacélt gyártott és a mennyiségi túlteljesítéssel egyidejűleg az acéltermelés választéka jobban igazodott a felhasználói igényekhez és növekedett a minőségi acélfajták termelésének részaránya.

c) Az értékesítés jelentős ütemű növekedése mellett megváltozott az értékesítés *relációnkénti struktúrája* is. A fejlesztési célkitűzések meghatározták azt a követelményt, hogy a vaskohóiparnak hozzá kell járulnia a tőkés fizetési mérleg javításához. A célkitűzés elérését elősegítette az 1969—70-es években a tőkés acélpiaci konjunktúra, amely ösztönözte az exportra való termelést. Ezt az export orientációt fokozta a belföldi fogyasztói igények 1969. évi erős csökkenése, illetve az 1970. évi mérséklődése is.

2. A kohászati ágazat tevékenységének, nyereségének alakulását az alábbi, egymással szoros kölcsönhatásban levő tényezők befolyásolták:

a) a kohászati termékek árformája;

b) az értékesítési struktúra változása, ezzel összefüggésben a külkereskedelmi ágazatban realizálódó nyereség;

c) a gyártmányösszetétel változása;

d) az 1968—70. években belépő új termelő kapacitások;

e) az 1968—70. években megvalósított műszaki-gazdasági intézkedések.

ad *a)* A kohászati termékek termelői árrendezésekor alapelv volt, hogy az árak kifejezzék a tényleges ráfordításokat és 2%-os eszközarányos nyereséget tartalmazzanak.

A kohászati termékre – nagyon kevés kivételtől eltekintve – maximált árforma van érvényben. A maximált árak alkalmazására azért volt szükség, mert a kohászati termékek iránti igények a választék vonalán sok esetben meghaladják a kínálatot. A szabad árforma alkalmazása esetében a feldolgozó iparágak nyeresége, illetve bővített újratermelési folyamata veszélyeztetve lenne. A kohászati ágazat – az alumínium kohóipar kivételével – az elmúlt 3–5 évben nem tartozott a kiemelt fejlesztést igénylő ágazatok közé, így az alkalmazott árforma a gazdaságpolitikai célkitűzésekkel teljesen összhangban volt. Ez az összhang takar az ágazat számára néhány megoldatlan problémát. A kohászat a szocialista piacokon rögzített áron beszerezhető alapanyagokon kívül számos, részben tőkés piacról beszerezhető anyagokat – pl. ötvöző anyagokat –, részben a népgazdaság más ágazatából származó szabad árkategóriába tartozó termékeket, szolgáltatásokat is felhasznál. Ebben az esetben érvényesül, illetve begyűrűződik az áremelkedés költségnövelő hatása, amely mintegy 200 mFt nagyságú. Ennek továbbhárítása a maximált árforma miatt nem lehetséges.

ad *b)* Az értékelés során utaltunk arra, hogy az ágazat – különösen a vaskohóipar – értékesítési irányát a tőkés piaci konjunktúra motiválta. A korábbi évek mértékét magasan meghaladó exportálási lehetőség rendkívül kedvezően hatott a termelő kapacitás kihasználására (pl. a Dunai Vasmű a hideghengermű 220 ezer tonnás kapacitását 380 ezer tonnára növelte), valamint a nyereségképződésre, s az érdekeltségi alapok alakulására.

A kohászati vállalatok nem rendelkeznek export-import külkereskedelmi joggal, így az alapanyag beszerzése és a termék értékesítése külkereskedelmi vállalat közbeiktatásával bonyolódik. A konjunkturális nyereségből 1969-ben mintegy 250 millió Ft, 1970-ben 350–400 millió Ft nyereség a külkereskedelmi ágazatban „csapódik le".

ad *c)* Az ipar ágazati struktúrájában az összes árbevétel alapján az elemzés időszakában – mint ez az eltelt idő rövidsége miatt várható is volt – jelentősebb elmozdulás nem következett be. Az iparon belül a kohóipar árbevételének aránya 1968-ban 11,2%, 1969-ben 11,2% és 1970-ben 11,1%. A kohóipar súlyaránya az iparon belül csekély, 0,1 pont csökkenést mutat. A kohóiparnak, mint a feldolgozó ipar alapanyag ellátó ágazatának részesedése az elmúlt években nem változott, jelentősége azonban annyiban növekszik, amennyire a feldolgozó ipart specifikumban mind jobban ki tudja elégíteni.

Ebben az irányban néhány jelentős intézkedés történt az utóbbi években. Így pl. a vaskohóipar fokozta az ötvözött acéltermelés arányát, ezen belül a húzott, hántolt és nemesacél termékek mennyiségét. Növekedett a kohászati műveken belül a vertikális feldolgozás volumene, különösen a Dunai Vasműben, Salgótarjáni Kohászati Üzemekben, Borsodnádasdon és a Csepeli Fémműben.

A kohóiparban tehát növekedett a munkaigényesebb minőségi acélfajták termelésének részaránya, amely jobban megfelelt a felhasználói igényeknek.

A három év alatt a gyártmánystruktúra változása párosult a gazdaságossággal is. Ez elsősorban a szabályozó rendszer hatására következett be, de az irányító szervi és vállalati intézkedések, a tervezethez való fokozottabb alkalmazkodás és a nemzetközi együttműködés is jelentősen hozzájárult.

ad *d)* A kohóipar termelő berendezésének technológiai színvonala a fejlett kohászati üzemekhez képest közepesnek mondható, amely egyben a termelékenység színvonalát is meghatározza. Ennek a színvonalnak stabilizálásához az is hozzájárult, hogy az elemzés időszakában a kohóipar fejlesztés szempontjából nem tekinthető kiemelt ágazatnak, annak ellenére, hogy berendezéseinek, épületeinek életkora – a Dunai Vasmű kivételével – 50–100 év körüli.

A kohóipari beruházások eredményjavító hatása a következőképpen jellemezhető:

i) a Borsodi Ércelőkészítő Mű üzembe állításával lehetővé vált a borsodi kohóipari üzemek fajlagos anyagköltségének csökkentése;

ii) a Lenin Kohászati Művek elektroacélműve a minőségi acéligény kielégítését teszi lehetővé;

iii) vállalati beruházások eredményeként gazdaságosan gyártható termékek jelentek meg a Dunai Vasműben, Salgótarjáni Kohászati Üzemekben, Borsodnádasdon, a Csepeli Fémműben stb.;

iv) intenzifikálás, a Dunai Vasmű hideghengerműi hajtóművének kicserélésével, a hideglemez termelésnek 220 ezer tonnáról 380 ezer tonnára való emelésével.

Az eredményes beruházási tevékenység mellett a főbb kedvezőtlen motívumok a következők voltak:

i) a beruházás értékén belül jelentősen növekedett az épületek aránya;

ii) különböző – elsősorban kivitelezői, szervezési – problémák miatt ismert dolog a beruházások átfutási idejének meghosszabbodása; pl. a Csepeli Csőgyár rekonstrukciója, az Öntödei Vállalat fitting üzeme, a Borsodi Ércelőkészítő Mű szalagjainak üzembe állítása stb.

ad *e)* A kohóipari vállalatok műszaki intézkedési terveiket az eredmény határozott javítására hajtották végre. A műszaki intézkedések között közel azonos súlyt képviselnek a gyártmányfejlesztés és a gyártástechnológiai feladatok. A legjellemzőbben fejeződik ki ezen a téren elért fejlődés a selejt alakulásában (pl. a borsodi kohóipari üzemekben az elmúlt évben a selejt 1%-ra csökkent).

Összefoglaló következtetések

A vaskohóipar és a színesfém kohóipar hároméves gazdálkodásának értékelésekor megállapítható, hogy a termelés gazdaságosságában kedvező tendenciák érvényesültek, a fejlődés mértékét a piaci impulzusok jelentősen befolyásolták és a nyereségérdekeltségi rendszer hatására a vállalati érdekek jelentős szerepet kaptak.

Megfigyelhető azonban, hogy a vállalati gazdál-

kodás néhány problémája felerősödve jelentkezik, így a létszám- és bérhelyzet ismert feszültségéből adódó nehézségek, a fejlesztési alap problémái.

A közvetlen ráfordítások, elsősorban a műszaki fejlődésből eredőek kedvezően változtak, de a fixnek, illetve időarányosnak tekinthető általános költségek területén nem kielégítő a költséggazdálkodás. A vállalati nyereségek növekedésének jelentős része a termelési volumen növekedéséből és az export gazdaságosság javulásából adódik, ami azt jelenti, hogy a nyereség pozíció javulásában a tudatos költséggazdálkodásnak meghatározó szerepe nem volt.

A személyi érdekeltségi alapok fejlődése egyenletes volt és megállapítható, hogy a bérszorzó mint szabályozóelem differenciált alkalmazására – az átlagostól eltérően 4-es bérszorzó – szükség volt.

Alapos mérlegelés után történt döntés a költségvetési támogatások alkalmazására, amely néhány vállalatot átsegített gazdálkodása kritikus szakaszán. Ezek a Borsodnádasdi Lemezgyár, a Borsodi Ércelőkészítő Művek, Ötvözetgyár, Csepeli Acélöntöde, Csepeli Fémmű voltak.

A fejlesztési elképzelések megvalósításának az szabott határt, hogy a kohóipar magas tőkeigényű (és viszonylag alacsony jövedelmezőségű) terület és nem képződött az önfinanszírozáshoz szükséges elegendő forrás. Az ágazaton belül is bebizonyosodott, hogy a konvertálható kapacitással rendelkező vállalatok előnyt élveznek, de ennek a tényezőnek kedvező hatása a kohóiparnál jelentéktelen mértékű volt.

Az elemzési időszak számszerű adatainak vizsgálatából megállapítható, hogy a kohóipar gazdálkodásának hatékonysága javulást mutat, termelési volumene a kívánt mértékben bővült, ezeknek eredményeként tudta biztosítani a kohóipari dolgozók részére jövedelmük növelését és teljesíteni növekvő mértékben az állami költségvetési kötelezettségeket.

Hexagonális kristályok sztereografikus pólusábráinak meghatározása szerkesztés nélkül

Dr. PROHÁSZKA JÁNOS
a MTA levelező tagja, egyetemi tanár, Budapesti Műszaki Egyetem

DK: 548.7(084.25) : 539.2

A szerző módszert dolgozott ki a hexagonális kristályok pólusainak sztereografikus ábrázolására, és az ehhez szükséges számításokra. A módszer használata sok fáradságot takarít meg és áttekinthetővé teszi az ábrázolás szerkesztési problémáit. A dolgozat szerves továbbfejlesztése a csak köbös kristályokra vonatkozó régebbi eredményeknek.

A hexagonális kristályok orientációjával kapcsolatos feladatok megoldásakor rendszerint szükség van a sztereografikus pólusábrákra. Bár az irodalomban található néhány ilyen pólusábra [1, 2, 3], azok használatát korlátozza, hogy meghatározott c/a hányadosú kristályra vonatkoznak és ezen túlmenően csak a kristálytani síkokra merőleges irányok pólusait tartalmazzák. Előfordul, hogy olyan pólusábrára lenne szükség, mely az irodalomban nem szerepel. Egy új pólusábrának a megrajzolása, illetve megszerkesztése meglehetősen sok munkát igénylő feladat. Először meg kell határozni a megfelelő rácselemek közötti szögeket, majd ezeket a szögeket a Wulff-háló segítségével a megfelelő pólusok helyének a megadásánál ki kell mérni. A számítógépek elterjedése lehetővé tette a számítási feladatok leegyszerűsítését. A szerkesztési munka azonban továbbra is megmaradt. Az alábbiakban egy olyan eljárást ismertetünk a hexagonális kristályok pólusábráinak a megrajzolására, mely a szerkesztési feladatot egyszerű hosszmérésre vezeti vissza és azt is lehetővé teszi, hogy egy adott c/a-viszonyú kristály 001-pólusábrájának segítségével egyszerű módon, tetszőleges c/a hányadosú kristálynak ugyancsak a 001-pólusábráját megrajzoljuk.

Az ismertetendő módszer lényege az, hogy a hexagonális rendszer kristálytani síkjainak és irányainak meghatározzuk a megfelelőit egy köbös koordináta-rendszerben és a számításokat ezekkel a megfelelő rácselemekkel végezzük el. A köbös kristálytani rendszerben ugyanis korlátozás nélkül érvényes az, hogy minden tetszőleges kristálytani síkra az ugyanolyan indexű kristálytani irány merőleges, azaz hogy $(hkl) \perp [hkl]$. Ez a geometriai kapcsolat a köbös rendszerben a számítást nagyon leegyszerűsíti és a szerkesztési munkát a felére csökkenti. A szerkesztési munka azért feleződik, mert köbös rendszerű kristályok pólusábráiban az azonos indexű irányok és síkok pólusai egy pontra esnek éppen a fent említett geometriai kapcsolat következményeként. Ez az összeesés a nem köbös kristálytani rendszerekben csak speciális síkok és irányok esetében következik be. Ezért a nem köbös kristálytani rendszerek pólusábrái vagy a síkokra merőleges irányok pólusait, vagy a kristálytani irányok pólusait adják meg. Így két pólusábrára van szükség; az egyik az irányok, a másik a síkok pólusaira vonatkozik. Természetesen elképzelhető, hogy egyetlen pólusábrába rajzoljuk a pólusok két seregét, azonban ebben az esetben az azonos indexű pólusok megkettőződnek és a pólusábra vagy csak nagyon kevés pólust tartalmazhat, vagy pedig az áttekinthetőség nagyon leromlik.

A két pólusábra szükségessége a legjobban egy példa kapcsán látható be.

A $c/a = 1{,}633$ tengelyarányú hexagonális pólusábrán minden nehézség nélkül megrajzolhatjuk az

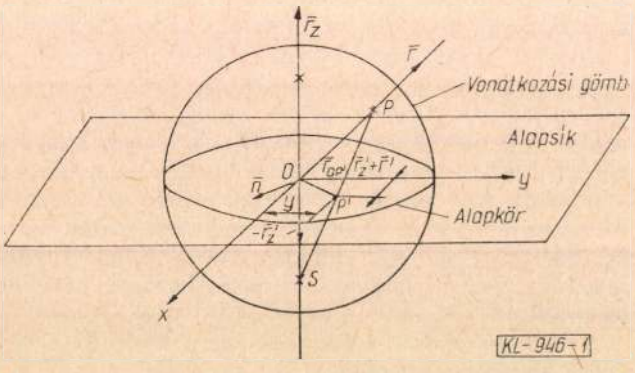
$(10\bar{1}2)$ és a $(01\bar{1}2)$ ikersíkok főköreit és azok metszéspontjait kijelöli a két ikersík metszésvonalának pólusát. Ha ezt megtesszük (az irodalomban eddig ismertetett pólusábrák a kristálytani síkok pólusait adják meg), a két főkör metszéspontjában a $\bar{3}\bar{3}68$ számokat találjuk, holott a fent említett két ikersík a $\bar{2}\bar{2}41$ irányban metszi egymást. Ebből az következik, hogy legsűrűbb illeszkedésű hexagonális rendszerben a $(\bar{3}\bar{3}68)$ sík merőleges a $[\bar{2}\bar{2}41]$ irányra. A fenti példa világosan szemlélteti, hogy a nem köbös — tehát a hexagonális kristályrendszerekben is — a pólusábra használatakor nagyon gondosan kell eljárni az azonos indexű síkok és irányok pólusainak a különállása miatt. Ezért tartjuk jobbnak két pólusábra használatát; mindkét pólusábra meghatározására bemutatjuk a számítási eljárást.

Számítási eljárásunk alapvető összefüggéseit egy korábbi munkában már közöltük [4]. Ott a köbös kristályszerkezetű anyagok pólusábráinak a meghatározására adtuk meg az összefüggéseket. Ebben a dolgozatban tulajdonképpen az ismertetett gondolatoknak a hexagonális kristályok pólusábráira való kiterjesztéséről lesz szó.

A pólusábra meghatározásának menete a következő: az *1. ábra* jelölései szerint az alapsíkban kijelölünk két, egymásra merőleges x, illetve y tengelyt. A metszéspontjuk jelöli ki a pólusábra középpontját [4]. Ebbe a pontba annak a pólusnak az indexét kell írni, amely az alapsíkkal párhuzamos vagy az alapsíkra merőleges kristálytani iránynak az indexe. A korábbiakban említettek miatt már itt is meg kell fontolnunk, hogy a két szám közül melyiket használjuk. Egyszerű a feladatunk akkor, ha a hexagonális rendszerben olyan alapsíkot választottunk, amelynek indexe megegyezik a rá merőleges kristálytani irány indexével.

Könnyű belátni, hogy a hexagonális rendszerben az azonos indexű és egymásra merőleges síkok és irányok száma korlátozott. Így például egymásra merőleges a (0001)-sík és a [0001]-irány, de ugyanígy az $(11\bar{2}0)$ síkra is merőleges az $[11\bar{2}0]$-irány. Ezek azonban kivételes esetek a nem köbös rendszerben. Általános esetben az azonos indexű síkok és irányok 90°-tól eltérő szögeket zárnak be egymással.

A [4] dolgozatban két olyan összefüggést vezettünk le, mely a köbös rendszerben a tetszőleges



1. ábra. A sztereografikus ábrázolásnál felhasznált geometriai és vektorfogalmak értelmezése

pólus x és y koordinátáit megadják. A két szóbanforgó kifejezés a következő:

$$x = \frac{|\bar{r}_z' \times (\bar{r}' + \bar{r}_z')|}{\bar{r}_z' \cdot (\bar{r}' + \bar{r}_z')} \cdot \frac{\bar{r}_x \cdot \bar{r}_z \times (\bar{r} + \bar{r}_z)}{|\bar{r}_x| \cdot |\bar{r}_z \times (\bar{r} \times \bar{r}_z)|} \qquad (1)$$

illetve

$$y = \frac{|\bar{r}_z' \times (\bar{r}' + \bar{r}_z')|}{\bar{r}_z' \cdot (\bar{r}' + \bar{r}_z')} \cdot \frac{\bar{r}_y \cdot \bar{r}_z \times (\bar{r} + \bar{r}_z)}{|\bar{r}_y| \cdot |\bar{z} \times (\bar{r} \times \bar{z})|} \qquad (2)$$

A fenti kifejezésekben $\bar{r}_x$ $\bar{r}_y$ és $\bar{r}_z$ a koordinátatengelyekkel párhuzamos kristálytani irányok vektorai, $\bar{r}_x'$ $\bar{r}_y'$ és $\bar{r}_z'$ ugyanezeknek az egységvektorai; $\bar{r}$ pedig a keresett kristálytani iránnyal párhuzamos vektor, melynek a pólusát meg kell határozni.

Minden kristálytani irány felfogható egy olyan vektorként, amely a következőképpen adható meg:

$$\bar{r} = h\bar{a} + k\bar{b} + l\bar{c} \qquad (3)$$

Itt h, k és l az adott kristálytani iránynak a Miller-indexében szereplő egész számok, $\bar{a}$ $\bar{b}$ és $\bar{c}$ pedig a kristálytani rendszer transzlációs egységvektorai.

Az (1) és (2) kifejezésekbe azonban a hexagonális rendszerbeli kristálytani irányokkal párhuzamos vektorokat kell behelyettesíteni, ha a hexagonális rendszer irányainak a pólusábráját akarjuk meghatározni. Problémát az okoz, hogy az (1) és (2) kifejezések a normális, három egymásra merőleges, egyforma hosszúságú egységvektorokkal képzett úgynevezett köbös rendszerre vonatkoznak. Ezzel szemben a hexagonális rendszerben a két bázissíkban fekvő egységvektor egymással ugyan azonos hosszúságú, de egymással 120°-os szöget zár be. Ezért a hexagonális rendszerbeli tetszőleges $[HKL]$ kristálytani iránnyal párhuzamos vektort helyettesíteni fogjuk egy olyan $[hkl]$ köbös rendszerbeli vektorral, mely párhuzamos a $[HKL]$-el. Erre már mindaz igaz, amit a szóban forgó korábbi cikkben levezettünk. Így természetesen az (1) és (2) összefüggés is helyes értéket ad ezekre az átszámított vektorokra.

A hexagonális rendszer kristályelemeinek az indexeivel kapcsolatban még azt is meg kell jegyezni, hogy az irodalomban általánosan elterjedt négyszámjegyű indexek a számításra alkalmatlanok. Ezért a számítást mindig a háromjegyű indexekkel végzik. A négyjegyű $[HKIL]$ indexből úgy jutunk a háromjegyűhöz [1, 2], hogy a harmadik, az I-vel jelzett számot egyszerűen elhagyjuk. A háromjegyűből pedig úgy adódik a negyedik (amely a sorban a harmadik számot jelenti), hogy az első két szám összegének a negatív értékét írjuk be. Így pl. a $[3\bar{4}72]$ négyjegyű index ugyanazt a kristálytani irányt jelenti a hexagonális rendszerben, mint a [342].

A következő feladatunk tehát most az, hogy minden $[HKL]$ hexagonális kristálytani iránynak a köbös $[hkl]$ megfelelőjét megadjuk.

Az általános helyzetű hexagonális tengelyrendszert a *2. ábra* mutatja. A három transzlációs egységvektor között fennálló geometriai kapcsolato-

kat az alábbi összefüggések szabják meg:

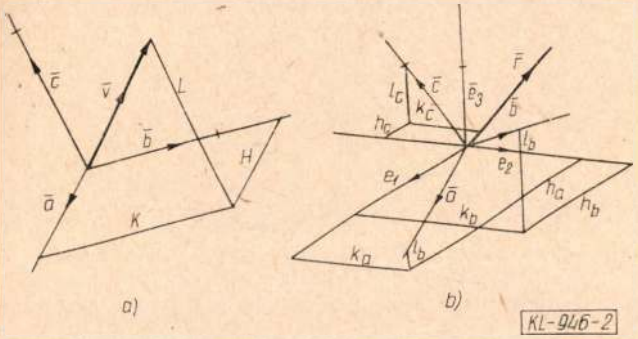
$$|\bar{a}| = |\bar{b}| \neq |\bar{c}| \tag{4}$$

és

$$\frac{\bar{a}\cdot\bar{b}}{|\bar{a}|\cdot|\bar{b}|} = -\frac{1}{2} \tag{5}$$

illetve

$$\bar{b}\cdot\bar{c} = \bar{c}\cdot\bar{a} = 0. \tag{6}$$



2. ábra. Egy tetszőleges kristálytani rendszer $\bar{v}$ kristályirányával párhuzamos vektor és annak komponensei (a) és $\bar{r}$ megfelelői a köbös rendszerben (b)

A köbös rendszerbe átrajzolt, általános helyzetű hexagonális tengelyrendszert a 2*b* ábra mutatja. Jelöljük a kristálytani irányokat a hexagonális rendszerben $\bar{v}$-vel, a köbös rendszerben pedig továbbra is $\bar{r}$-rel. A hexagonális rendszerben a tetszőleges kristálytani irány az alábbiak szerint adható meg akkor, ha az irány indexei *H*, *K* és *L* (a hexagonális rendszer indexeit nyomtatott nagybetűkkel jelöltük, hogy a köbös rácselemek indexeitől megkülönböztessük őket):

$$\bar{v} = H\bar{a} + K\bar{b} + L\bar{c} \tag{7}$$

A hexagonális rendszerbeli $\bar{v}$ és a köbös rendszerbeli $\bar{r}$ vektorok természetesen párhuzamosak és egyenlő hosszúak és mivel (lásd a 2*b* ábrát)

$$\begin{aligned}\bar{a} &= h_a\bar{e}_1 + k_a\bar{e}_2 + l_a\bar{e}_3\\ \bar{b} &= h_b\bar{e}_1 + k_b\bar{e}_2 + l_b\bar{e}_3\\ \bar{c} &= h_c\bar{e}_1 + k_c\bar{e}_2 + l_c\bar{e}_3\end{aligned} \tag{8}$$

a $\bar{v}$ tehát

$$\begin{aligned}\bar{v} = {} & H(h_a\bar{e}_1 + k_a\bar{e}_{2a} + l_a\bar{e}_3) +\\ & + K(h_b\bar{e}_1 + k_b\bar{e}_2 + l_b\bar{e}_3) +\\ & + L(h_c\bar{e}_1 + k_c\bar{e}_2 + l_c\bar{e}_3)\end{aligned} \tag{9}$$

vagyis

$$\begin{aligned}\bar{v} = {} & (Hh_a + Kh_b + Lh_c)\bar{e}_1 + (Hk_a + Kk_b + Lk_c)\bar{e}_2 +\\ & + (Hl_a + Kl_b + Ll_c)\bar{e}_3 = h\bar{e}_1 + k\bar{e}_2 + l\bar{e}_3 = \bar{r}\end{aligned} \tag{10}$$

Ez utóbbi egyenlettel tulajdonképpen teljesítettük is feladatunkat, mert az $\bar{e}_1$ egységvektor szorzója a *h*, az $\bar{e}_2$ vektoré a *k* és az $\bar{e}_3$-é pedig az *l*. Így megadtuk azt a képletet, amelynek segítségével a hexagonális [HKL]-irány köbösrendszerbeli megfelelője, a [hkl] meghatározható. A (10) kifejezés ugyanis csak ismert és állandó mennyiségeket tartalmaz a *H K* és *L* változókon kívül.

Az utolsó egyenlet úgy is felírható, hogy

$$\begin{bmatrix} h \\ k \\ l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_a & h_b & h_c \\ k_a & k_b & k_c \\ l_a & l_b & l_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H \\ K \\ L \end{bmatrix} \tag{11}$$

vagy még tömörebben

$$\bar{r} = A\bar{v} \tag{12}$$

Az utóbbi kifejezések alapján minden [HKL] hexagonális rendszerbeli kristálytani irányhoz hozzárendelhetünk egy köbös rendszerbeli [hkl] kristálytani irányt, melynek segítségével nemcsak a sztreografikus pólusábra pontjainak a helyét adhatjuk meg, hanem a hexagonális rendszerbeli kristálytani irányokkal kapcsolatos feladatok a köbösbeliek mintájára elvégezhetők. Ezek szerint a hexagonális kristályszerkezetek pólusábrája úgy határozandó meg, hogy a kiválasztott $\bar{V}_x$ $\bar{V}_y$ és $\bar{V}_z$ vektorok $\bar{r}_x$ $\bar{r}_y$ és $\bar{r}_z$ vektorait megkeressük a (10), (11) és (12) kifejezések szerint és ezekkel a vektorokkal, az (1) és (2) kifejezések segítségével bármely tetszőleges $\bar{V} \sim [HKL]$ kristálytani irány pólusának a helye kijelölhető.

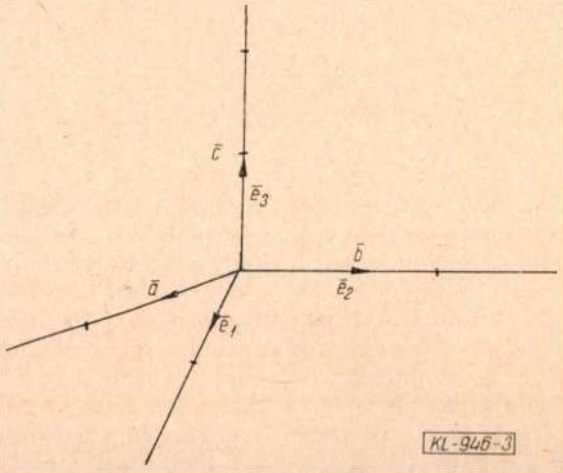
Ebben az esetben is nagyon egyszerűvé válik a számítás, ha például a hexagonális és köbös rendszer koordináta-tengelyeit a *3. ábra* szerint vesszük fel. Ekkor ugyanis a (10) egyenlet több együtthatója, illetve a (11) kifejezés *A* mátrixának több eleme 0 értékű. Vagyis

$$\begin{bmatrix} h \\ k \\ l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{c}{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H \\ K \\ L \end{bmatrix} \tag{13}$$

Ennek megfelelően a [*HKL*] hexagonális rendszerbeli kristálytani iránynak a

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2}H;\ K - \frac{H}{2};\ \frac{c}{a}L\right)$$

köbös rendszerbeli irány felel meg, ha a 3. ábra szerinti tengelyrendszert választjuk ki.



3. ábra. Az $\bar{a}$ $\bar{b}$ és $\bar{c}$ egységvektorokkal jellemzett hexagonális és az $\bar{e}_1$ $\bar{e}_2$ és $\bar{e}_3$ egységvektorokkal megadott köbös rendszer közös kezdőponttal és két közös egységvektorral

A feladatok megoldásakor gyakran felvetődhet az a probléma is, hogy adott $\overline{r}$ (köbösbeli) iránynak a hexagonális rendszerbeli megfelelőjét kell megkeresni. A megoldást a (12) összefüggés alapján könnyen felírhatjuk

$$\overline{v} = A^{-1} \cdot \overline{r} \tag{14}$$

Ha pedig a 3. ábra szerinti kapcsolatnál maradunk, ezt konkrétan úgy írhatjuk, hogy

$$\begin{bmatrix} H \\ K \\ L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2\sqrt{3}}{3} & \frac{\sqrt{3}}{3} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{a}{c} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h \\ k \\ l \end{bmatrix} \tag{15}$$

Ezek szerint egy tetszőleges $[hkl]$ köbös rendszerbeli irány $[HKL]$ indexei úgy írhatók, hogy

$$[HKL] = \left[\frac{\sqrt{3}}{3} (2h+k) \;\; k \;\; \frac{a}{c} l \right] \tag{16}$$

Most már minden nehézség nélkül megrajzolhatunk bármilyen tetszőleges hexagonális kristályra vonatkozó pólusábrát. Példaként tegyük ezt meg az úgynevezett 0001 standard pólusábrával kapcsolatban. Ebben az esetben a $\overline{v_z}$ vektor a [001], a $\overline{v_x}$ a [210] és a $\overline{v_y}$ a [010] hexagonális irányoknak fognak megfelelni. A párhuzamos, köbös rendszerbeli irányok rendre

$$\overline{r_z} = [001]; \; \overline{r_x} = [100] \text{ és az } \overline{r_y} = [010].$$

Kiszámítva a megadott $\overline{r_i}$ ill. $\overline{V_i}$ értékekkel a tetszőleges

$$\overline{v} = H\overline{a} + K\overline{b} + L\overline{c}$$

hexagonális irány pólusának x_d, ill. y_d koordinátáit, az alapsíkon az alábbi egyenletek adódnak.

$$x_d = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} H}{\frac{c}{a} L + \sqrt{H^2 + K^2 - HK + \left(\frac{c}{a}\right)^2 L^2}} \tag{17}$$

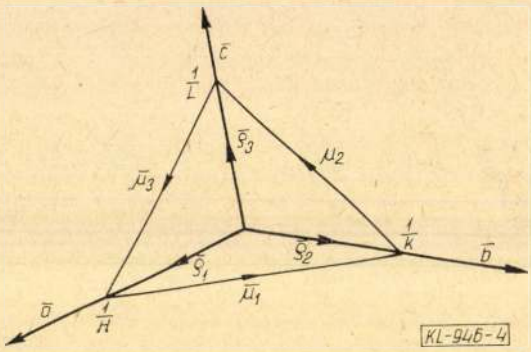
illetve

$$y_d = \frac{K - \frac{H}{2}}{\frac{c}{a} L + \sqrt{H^2 + K^2 - KH + \left(\frac{c}{a}\right)^2 L^2}} \tag{18}$$

Az utolsó két egyenlet segítségével bármilyen hexagonális kristály 001-pólusábrája rendkívül egyszerűen meghatározható számítással. Azt azonban itt meg kell jegyezni, hogy az irodalomban általában nem az előzőekben tárgyalt irányok pólusábrája, hanem a kristálytani síkok pólusábrája szerepel. A következőkben ezért a hexagonális kristályok síkjainak a pólusábráira vonatkozó számítási eljárást is ismertetjük.

Legyen a *4. ábra* szerint egy (HKL) kristálytani sík a hexagonális rendszerben a $\frac{1}{H}, \frac{1}{K}$ és $\frac{1}{L}$ tengelymetszeteivel adott. Ennek a síknak a pólusát a korábbiak szerint megadhatjuk, ha ismerjük az adott síkra merőleges $\overline{n}$ normálvektort. Ezt azonban a 4. ábra szerint bármely két $\overline{\mu_i}$; $\overline{\mu_k}$ vektor vektorális szorzata megadja, ha $\overline{\mu}$-vel a szóban forgó kristálytani síknak és a koordinátatengelyekkel megszabott síkoknak a metszésvonalaival párhuzamos vektorokat tekintjük. A kristálytani síkra merőleges $\overline{n}$ normálvektor tehát

$$\overline{n} = \overline{\mu_1} \times \overline{\mu_2} = \overline{\mu_2} \times \overline{\mu_3} = \overline{\mu_3} \times \overline{\mu_1} \tag{19}$$



4. ábra. A hexagonális rendszer egy tetszőleges (HKL) Miller-indexű kristálytani síkjának helyzete a tengelymetszésekkel és a koordinátasíkokkal alkotott kristálytani irányokkal

A metszésvonalakkal párhuzamos vektorok úgy adódnak, mint a szóban forgó síknak és két koordinátatengelynek a metszéspontjaiba mutató $\overline{\varrho_i}$; $\overline{\varrho_k}$ vektoroknak a különbségvektorai; azaz

$$\begin{aligned} \overline{\mu_1} &= \overline{\varrho_2} - \overline{\varrho_1} = \frac{\overline{b}}{K} - \frac{\overline{a}}{H} \\ \overline{\mu_2} &= \overline{\varrho_3} - \overline{\varrho_2} = \frac{\overline{c}}{L} - \frac{\overline{b}}{K} \end{aligned} \tag{20}$$

és

$$\overline{\mu_3} = \overline{\varrho_1} - \overline{\varrho_3} = \frac{\overline{a}}{H} - \frac{\overline{c}}{L}$$

úgy, amint az a 4. ábrából következik.

Így

$$\overline{n} = \overline{\mu_1} \times \overline{\mu_2} = \begin{vmatrix} \overline{e_1} & \overline{e_2} & \overline{e_3} \\ \frac{h_b}{K} - \frac{h_a}{H} & \frac{k_b}{K} - \frac{k_a}{H} & \frac{l_b}{K} - \frac{l_a}{H} \\ \frac{h_c}{L} - \frac{h_b}{K} & \frac{k_c}{L} - \frac{k_b}{K} & \frac{l_c}{L} - \frac{l_b}{K} \end{vmatrix} =$$

$$= [H(k_b l_c - k_c l_b) + K(k_c l_a - k_a l_c) + L(k_a l_b - k_b l_a)]\overline{e_1} +$$
$$+ [H(h_c l_b - h_b l_c) + K(h_a l_c - h_c l_a) + L(h_b l_a - h_a l_b)]\overline{e_2} +$$
$$+ [H(h_b k_c - h_c k_b) + K(h_c k_a - h_a k_c) + L(h_a k_b - h_b k_a)]\overline{e_3} \tag{21}$$

A (21) egyenletben ismét az $\overline{e_1}$ $\overline{e_2}$ és $\overline{e_3}$ egységvektorok szorzói a (HKL)-síkkal párhuzamos, köbös rendszerbeli sík h k és l értékeit adják. Bár ez a kifejezés bonyolultnak tűnik, a későbbiek során kiderül, hogy a 3. ábrán bemutatott koordinátarendszer-kapcsolattal a tényleges számítás nagyon leegyszerűsödik, mert az utolsó kifejezés felírható úgy, hogy

$$\overline{n} = B\overline{\varrho}; \tag{22}$$

vagy, hogy

$$\begin{bmatrix} h \\ k \\ l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_b l_c - k_c l_b & k_c d_a - k_a l_c & k_a l_b - k_b l_a \\ h_c l_b - h_b l_c & h_a l_c - h_c d_a & h_b l_a - h_a l_b \\ h_b k_c - h_c k_b & h_c k_a - h_a k_c & h_a k_b - h_b k_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H \\ K \\ L \end{bmatrix} \tag{23}$$

Itt a $\overline{\varrho} = H\overline{a} + K\overline{b} + L\overline{c}$ vektort egy olyan segédvektorként kell felfogni, melynek a segítségével a (HKL) hexagonális rendszerbeli síknak az $\overline{n}$ normálisa meghatározható. Mivel a korábbiakban megadtuk azokat az összefüggéseket, melyekkel az irányok pólusai meghatározhatók, a felvetett problémát megoldottuk.

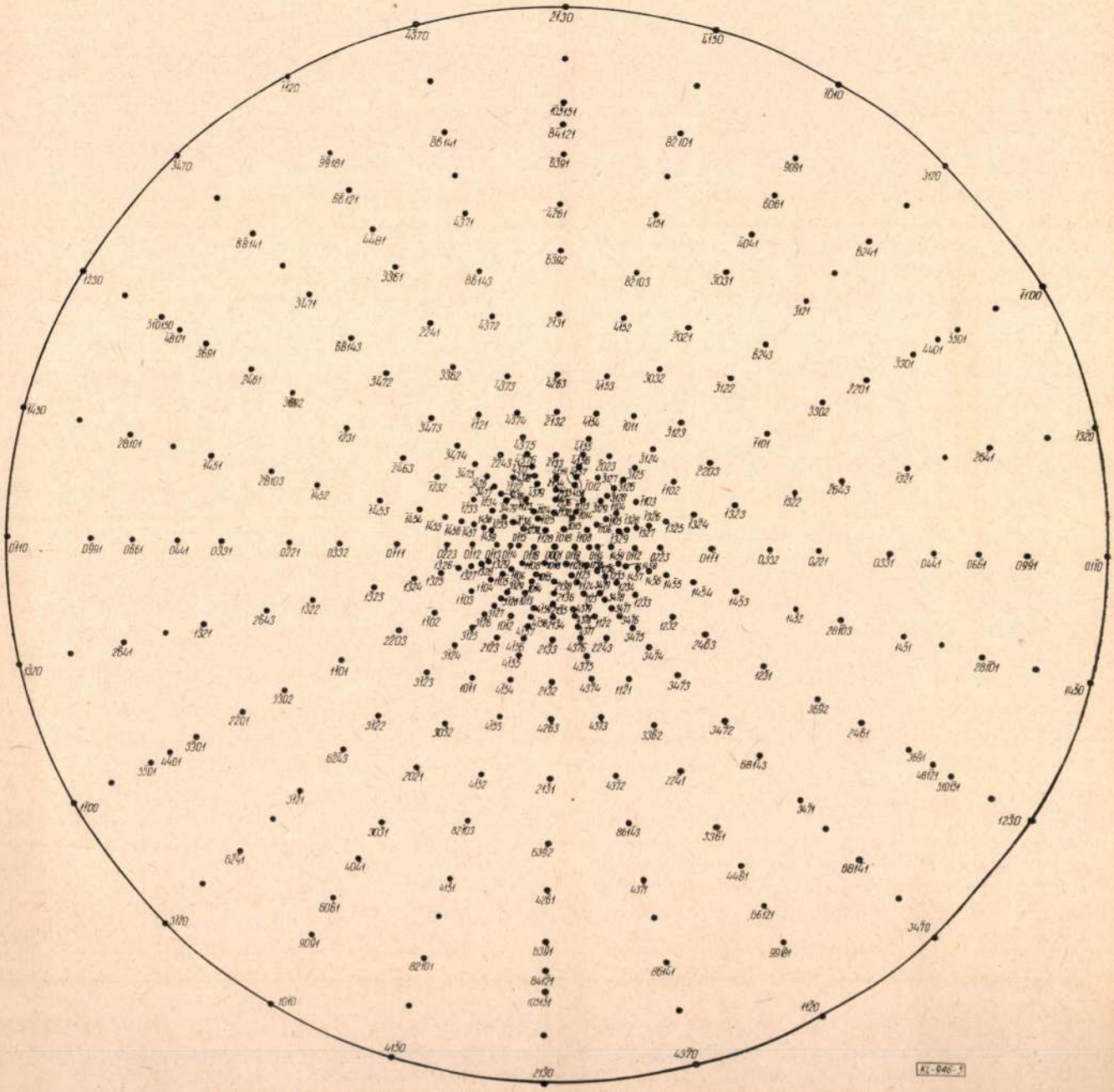
A számításra nagyon alkalmas, egyszerű összefüggéseket kapunk, ha ismét élünk azzal a kapcsolattal, amelyet a 3. ábrában vázoltunk. Ebben az esetben ugyanis a B tenzornak a mátrixa a következő:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{a}{c}\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \tag{24}$$

Tehát figyelembe véve a 3. ábrán vázolt kapcsolatot, egy hexagonális kristály $[HKL]$ kristálytani síkjára az

$$\overline{n} = \left(H + \frac{K}{2}\right)\overline{e_1} + \frac{\sqrt{3}}{2} K\overline{e_2} + \frac{a}{c}\frac{\sqrt{3}}{2} L\overline{e_3} \tag{25}$$

köbös rendszerbeli irány merőleges. Most is felvetődhet az a probléma, hogy a $[hkl]$ köbös rend-



5. ábra. A hexagonális kristálytani rendszer irányait megadó 0001 pólusábra

szerbeli kristálytani síknak a megfelelőjét kell megadni. A feladatnak megfelelő összefüggés a (21) kifejezésből következik.

$$\overline{\varrho} = B^{-1} \cdot \overline{n} \tag{26}$$

A 3. ábra szerinti koordinátakapcsolatnál pedig ez megfelel a

$$\begin{bmatrix} H \\ K \\ L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{c}{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h \\ k \\ l \end{bmatrix} \tag{27}$$

kifejezésnek.

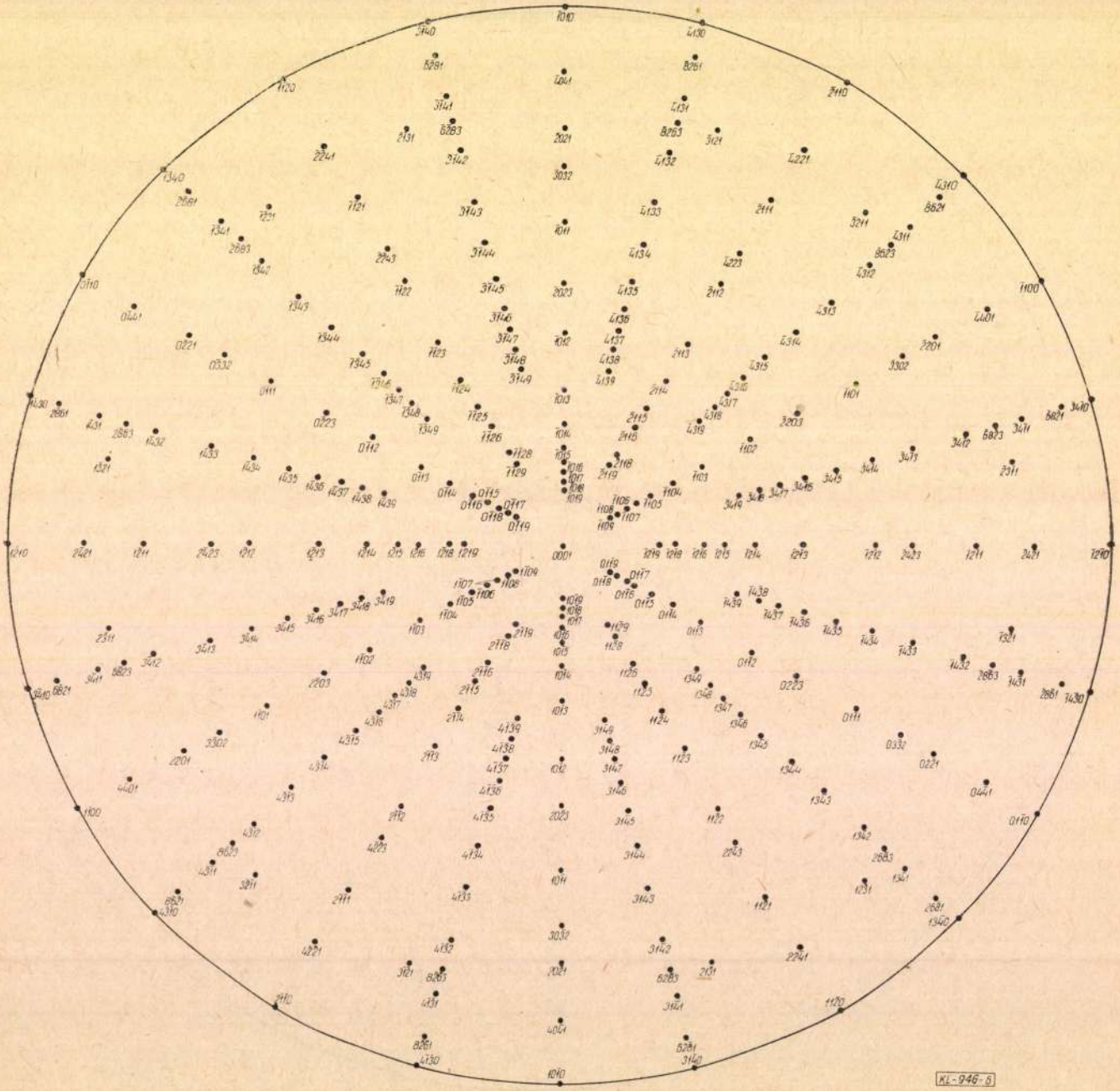
A hexagonális rendszer kristálytani síkjaira merőleges irányok pólusait viszont az alábbi egyenletekkel lehet kijelölni akkor, ha a 001 standard pólusábrát kell meghatározni:

$$x_P = \frac{H + \frac{K}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{a}{c}L + \sqrt{H^2 + K^2 + HK + \frac{3}{4}\left(\frac{a}{c}\right)^2 L^2}}$$

illetve

$$y_P = \frac{\frac{\sqrt{G3}}{2}K}{\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{a}{c}L + \sqrt{H^2 + K^2 + HK + \frac{3}{4}\left(\frac{a}{c}\right)^2 L^2}} \tag{29}$$

Ennél a pólusábránál az x tengely az (100), az y tengely a ($\bar{1}20$), és a z tengely a (001) hexagonális



6. ábra. A hexagonális kristálytani rendszer síkjainak 0001 pólusábrája

rendszerbeli kristálytani síkokat megszabó póluson és az origón mennek keresztül.

Az *5. ábrában* a hexagonális rendszer irányainak pólusait megadó standard 001 pólusábráját adtuk meg $c/a = 1{,}633$ tengelyaránya. A *6. ábra* pedig ugyanennek a rendszernek a kristálytani síkjaira vonatkozó 001-pólusábrát mutatja.

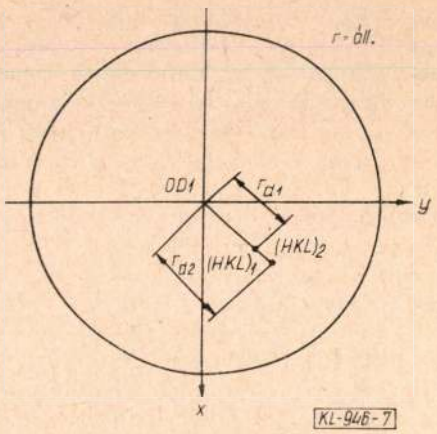
Minden hexagonális rendszerre vonatkozó pólusábra adott c/a hányadosra vonatkozik. A különböző c/a hányadosú, de 001-pólusábrákban az azonos HKL kristályelemek a középpontból húzott azonos egyenesre illeszkednek. Ezt mutatja a *7. ábra* a hexagonális rendszer két azonos (HKL) indexű, de különböző c/a hányadosú kristályának síkjaira. Az ábrában (HKL), jelenti a $(c/a)_1$ és a $(HKL)_2$ $(c/a)_2$ hányadosú kristály szóban forgó síkjainak a pólusait. Ezért abban az esetben, ha egy bármilyen $(c/a)_1$ hányadosú 001-pólusábra adott — még az itt ismertetett számításnál is gyorsabban — a tetszőleges c/a hányadosú, de szintén 001-pólusábra rendkívül könnyen átrajzolható.

Egy (HKL) kristálytani irány pólusának a távolsága az origótól $(c/a)_1$ hányados esetén

$$r_{d1} = \sqrt{x_{d1}^2 + y_{d1}^2} = \frac{\sqrt{H^2 + K^2 - HK}}{\left(\frac{c}{a}\right)_1 L + \sqrt{H^2 + K^2 - HK + \left(\frac{c}{a}\right)_1^2 L^2}} \tag{30}$$

Az ugyanilyen indexű, de $(c/a)_2$ hányadosú pólus távolsága pedig szintén ez utóbbi egyenletből határozható meg, de értelemszerűen akkor $(c/a)_2$-t kell helyettesíteni. Így az új kristályra vonatkozó 001-pólusábrában csak annyi a változás, hogy az eredeti távolság az

$$r_{d2} = r_{d1} \cdot \frac{\left(\frac{c}{a}\right)_1 L + \sqrt{H^2 + K^2 - HK + \left(\frac{c}{a}\right)_1^2 L^2}}{\left(\frac{c}{a}\right)_2 L + \sqrt{H^2 + K^2 - HK + \left(\frac{c}{a}\right)_2^2 L^2}} \tag{31}$$



7. ábra. Két különböző c/a hányadosú hexagonális rendszer pólusainak átrajzolásához szükséges kiegészítő ábra

Hasonló meggondolással a kristálytani síkok pólusainak az r_s távolságát is megadhatjuk. Azaz

$$r_{s2} = r_{s1} \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}\left(\frac{a}{c}\right)_1 L + \sqrt{H^2 + K^2 + HK + \frac{3}{4}\left(\frac{a}{c}\right)_1^2 L^2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}\left(\frac{a}{c}\right)_2 L + \sqrt{H^2 + K^2 + HK + \frac{3}{4}\left(\frac{a}{c}\right)_2^2 L^2}} \tag{32}$$

Itt r_{s2} a $\left(\frac{c}{a}\right)_2$ új, r_{s1} pedig az ismert $\left(\frac{c}{a}\right)_1$ hányadosú, (HKL)-indexű sík pólusának az origótól mért távolságát jelenti.

IRODALOM

[1] *Barrett, C. S.:* Structure of metals, McGraw-Hill Co. 1952.

[2] *Cullity, B. D.:* Elements of X-ray diffraction, Addison-Wesley Publ., London 1959.

[3] *Andrews, K. W., Dyson, D. J.,* and *Keown, S. R.:* Interpretation of electron diffraction patterns. Adam Hilger Ltd. London 1971.

[4] *Prohászka, J.:* BKL. Kohászat **103** (1970) 59—63.

Berendezés vasércek és zsugoritványok redukálhatóságának laboratóriumi meghatározására

Dr. HORVÁTH JÁNOS — PUCH JÓZSEF

Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés Ózdi Kohászati Üzemek

DK.: 622.341 : 622.68 : 669.046.55

A vasércek és zsugoritványok redukálhatóságának laboratóriumi vizsgálatára a szakirodalomban ismertetett eljárások és berendezések komplikáltak, üzemeltetésük költséges, emellett könnyen hibásodó eszközökből készülnek. Ezen fogyatékosságokat küszöböli ki, és a széleskörű elterjedést kívánja elősegíteni az ismertetett berendezés.

A redukciós vizsgálat CO-áramban állandó (850 °C) hőmérsékleten és meghatározott idő (4 ó) alatt történik.

A nagyolvasztó teljesítményének fokozása és a fajlagos kokszfogyasztás csökkentése céljából a vaskohászat egyik alapvető művelete az ércelegy jó előkészítése. A nagyolvasztó betét anyagának, főleg a felhasznált ércnek a helyes előkészítéséhez ismerni kell a kiinduló ércek tulajdonságait. Feldolgozásuk egyes fázisaiban az ércek viselkedését főként metallurgiai tulajdonságaik határozzák meg, amelyek közül egyik legfontosabb a redukálhatóság. Ez az egyes ércek összehasonlító kinetikai jellemzője a közvetett redukció szempontjából, amely jelentősen befolyásolja az egész redukálási folyamatot.

A nyersvasgyártás alapvető folyamata az ércek, illetőleg a vasoxidok redukciója. Ezért kül-

földön, és főleg a műszakilag fejlettebb országokban nagy figyelmet fordítanak a vasoxidok redukciójának kutatására, mind elméleti szempontból — az alapvető elméleti adatok megállapítása céljából —, mind gyakorlati szempontból, hogy a szerzett ismereteket a gyártás során mindjobban hasznosítsák. Ez a hasznosítás hazai vonatkozásban nagyon fontos, mivel az ércet és a koksz nagyrészét importáljuk. Az OKÜ-ben 1962-ben *dr. Horváth János* javaslatára kezdődtek el a vasércek és zsugorítványok redukciós vizsgálatára vonatkozó laboratóriumi kísérletek.

Szakirodalmi közlemények [1—3] a vasércek és zsugorítványok redukálhatóságának laboratóriumi vizsgálatára többféle redukáló berendezést és eljárást ismertetnek. Külföldi munkák közül főleg a szovjet *K. K. Skodin* [2] eljárása és berendezése, valamint a csehszlovák Nemesacél Kutató Intézetben kidolgozott redukciós berendezés — hazai vonatkozásban *Kesztyűs Károly* a Dunai Vasműben [1] kidolgozott munkája — képezhette a kiindulás tárgyát. Ezekből a közleményekből megállapítható volt, hogy a szovjet és cseh berendezések bonyolultak, könnyen hibásodó műszerekkel dolgoznak és az nagyban hátráltathatja azok elterjedését.

Kesztyűs a Dunai Vasműben végzett kísérletei alapján konstrukciós nehézségekről tájékoztat, [1] főleg a szénmonoxid előállító generátor szerkezeti anyagának megválasztása okoz problémát.

Az ismertetett berendezések bonyolultságuk folytán gyárunkban a vasércek és tömörítvények folyamatos redukciós vizsgálatára nem látszottak meghonosíthatóknak.

A fentiek ismeretében a vasércek és zsugorítványok laboratóriumi redukciós vizsgálatára olyan berendezés tervezését és eljárás kidolgozását tűztük ki célul, amely a vasgyári szokványos elemzések módjára könnyen kezelhető, egyszerű eszközök felhasználásával folyamatos vizsgálatok céljára megfelelhet. A vizsgáló berendezés és eljárás kialakításánál Skodin elvét alkalmaztuk. A kísérletek két részben folytak. Először a vizsgálathoz felhasznált szénmonoxid gáz előállításával foglalkoztunk, továbbá a kísérletekhez felhasznált gázok tisztítása volt a cél, majd egyéb használati eszközöket készítettünk el. A második részben az előkísérletek során szerzett tapasztalatok alapján alakítottuk ki a jelenlegi berendezést. Skodin, redukciós vizsgálataihoz, a redukáló gázt az ismert $CO_2 + C = 2\,CO$ egyenlet alapján, generátor berendezésben állítja elő olyképpen, hogy ízzított kokszrétegen keresztül széndioxid gázt fúvat át. A keletkezett szénmonoxid gázt folyékony halmazállapotú reagensekkel — tömény kénsavval és lúgos pirogallollal — tisztítja.

A csehszlovák kutatók acélpalackban kapható komprimált szénmonoxidot alkalmaznak redukciós vizsgálataikhoz. A gázt ők is folyékony reagensekkel tisztítják.

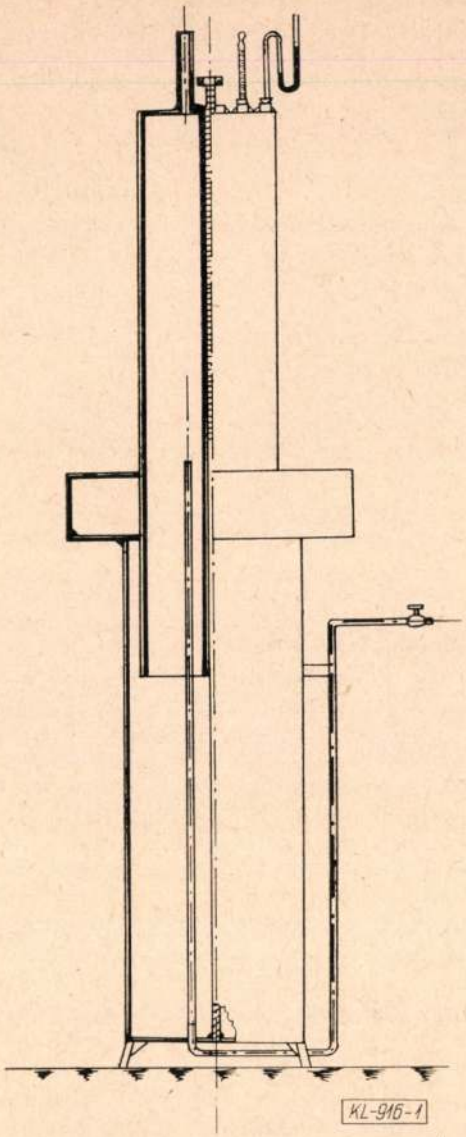
A szénmonoxid előállítása generátor kemencében nem könnyű feladat. Ezen túlmenően a szénmonoxid gáz balesetveszélyes is. Különösen zárt helyiségben, csak megkülönböztetett körültekintéssel szabad vele dolgozni. Huzamosabb időn át még kis mennyiségben való belélegzése is halálos mérgezést okozhat.

A gázgenerátor berendezés elkészítésének nehézségei, de főleg a gázgenerátor nehéz kezelhetősége miatt le kellett mondanunk a generátor alkalmazásáról. A csehszlovák példa alapján vizsgálatainkhoz inkább a palackos komprimált szénmonoxid gáz használatát tartottuk megfelelőnek. Komprimált, tiszta szénmonoxid gázt először nem volt módunkban beszerezni. Igy saját üzemben történő CO előállítására kényszerültünk. Kísérleteink második részében a Német Demokratikus Köztársaságból azonban sikerült folyamatos szállítással biztosítani a CO-t.

Kezdetben a redukciós vizsgálathoz felhasznált redukáló gázt káliumferrocianid és tömény kénsav vegyületeiből, később hangyasav és tömény kénsav felhasználásával fejlesztettük. A fejlesztést a balesetveszély elkerülésére a szabadban, a laboratórium udvarán erre a célra drótsövénnyel bekerített szellős helyen végeztük. A szénmonoxidgázt fejlesztő berendezést olyanra méreteztük, hogy egy-egy vizsgálatra kb. 45—50 liter gáz fejlesztésére alkalmas legyen. A fejlesztett CO gázt két pár 30 liter űrtartalmú vízzáras aspirátorba fogtuk fel. A redukáló és öblítő gázokat folyékony halmazállapotú reagensekkel tisztítottuk.

A balesetek elkerülése céljából a gázok tisztítását szilárd halmazállapotú reagensek felhasználásával sikerült megoldani. A gáz oxigéntartalmának megkötésére a lúgos pirogallol oldat helyett elemi foszfort és fémrezet, a széndioxid tartalom megkötésére szemcsézett szilárd nátronlúgot, a gáz víztartalmának megkötésére tömény kénsav helyett szemcsézett kalciumkloridot és foszforpentoxidot használtunk fel. További egyszerűsítéseket kellett végrehajtani a redukáló gáz mérésére és adagolására is. A gázok mérésére és adagolására könnyen kezelhető, vízzáras gazométert készítettünk. A gazométer alkalmazása leegyszerűsíti a vizsgálat menetét és miután több hibát küszöböl ki, biztonságosabbá teszi a vizsgálatot. A gazométert az *1. ábra* szemlélteti. A vízzáras gazométer alkalmazása fölöslegessé teszi a gázóra és rotaméter használatát, csupán egy házilag készített reométer szükséges ahhoz, hogy a redukáló gáz pontosan mért mennyiségét adagolni tudjuk. A gazométer mintegy 50 liter szobahőmérsékletű gáz befogadására alkalmas, és a felhasznált gáz normál állapotának meghatározására hőmérővel és manométerrel szereltük fel. A gázmennyiség mérését a gazométer harangjának vezető rúdjára kalibrált mérce biztosítja.

A redukciós kemencét — amely házilag készült — a *2. ábra* szemlélteti. Általában ilyen kemencetípust használnak másutt is a redukciós vizsgálatokhoz. A kemencéhez tartozó redukciós cső tűzálló krómnikkel acélból készült (34 mm külső ∅ 32 mm belső ∅ és 1100 mm hosszú). A redukciós vizsgálat céljára szánt anyag a redukciós csőben egy 4 mm ∅ vörösréz drótra hegesztett ugyancsak rézből készített, a reakciócsövet átmérőjében kitöltő perforált csészében foglal helyet. A gáztisztító tornyokat és a redukálócsövet nitrogénnel öblítettük. Miután ez a nitrogéngáz



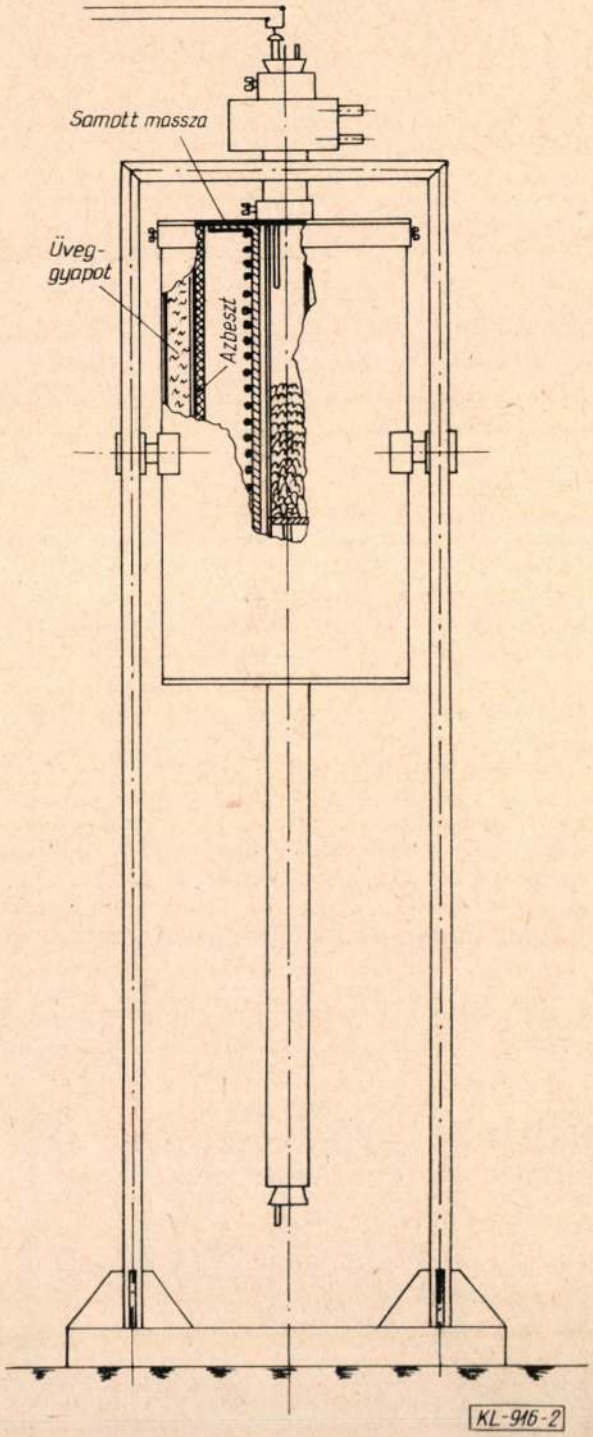
1. ábra. A gazométer

változó mennyiségű (1—3,5%) oxigént tartalmaz, felhasználás előtt oxigénjétől meg kell tisztítani. Tekintettel a nitrogéngáz viszonylag magas oxigéntartalmára, az oxigéntelenítést 550—600 °C hőmérsékleten fémréz felhasználásával végezzük. A fémrézzel működő oxigénmentesítő kemencét egy üzemen kívüli laboratóriumi Mars-féle kemencéből építettük. A kemence fűtőterébe egy 25 mm ∅ és 1000 mm hosszú átlátszó kvarccső van. Ebben a csőben — annak fűtő részében — kb. 250 mm hosszban két darab, vörösréz hálóból készült dugó közé került a vörösréz forgács. A nitrogéngáz oxigéntartalmának megfelelően, a fémréz oxidálódik. Ennek regenerálását a kemencében, Kipp-készülékben előállított hidrogéngáz felhasználásával végeztük.

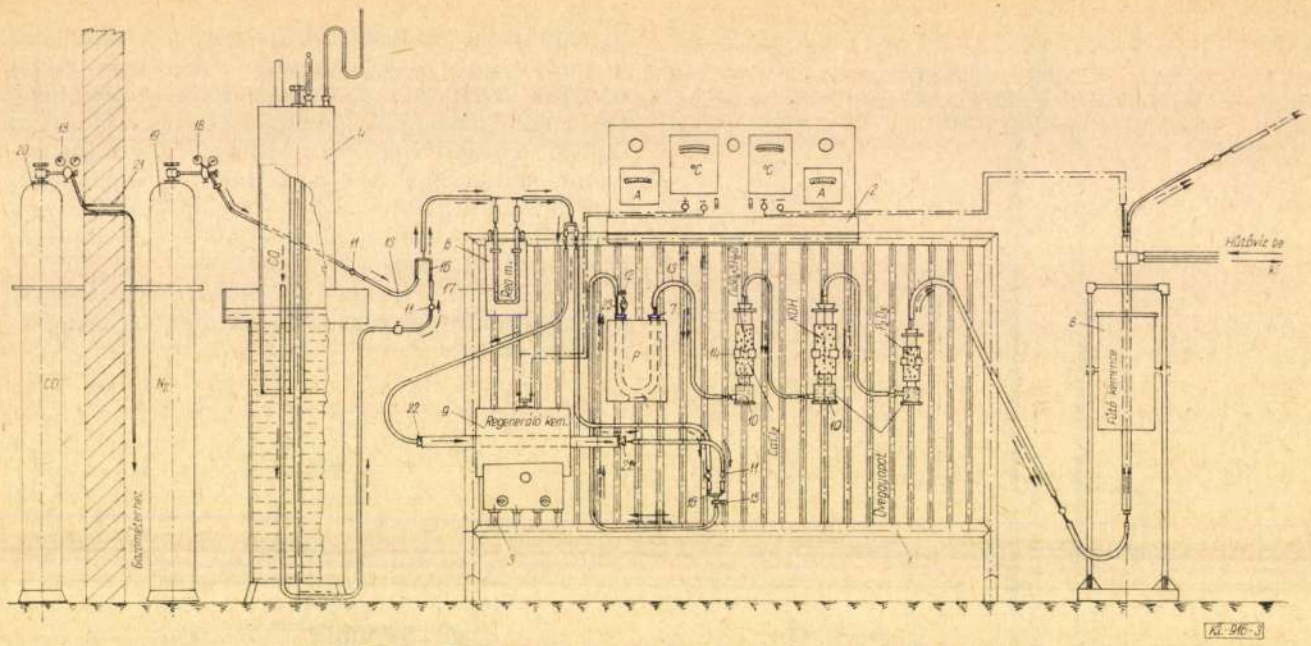
A vizsgáló berendezést a szovjet és a csehszlovák berendezéshez viszonyítva lényegesen kevesebb műszerrel lehetett felszerelni. A műszerezés lényegében a berendezéshez tartozó két darab villamos fűtésű kemence hőeleméhez szükséges műszereket igényli. Ezek a hőelemzők, illetőleg hőszabályozó berendezések hazai gyártmányúak.

A redukciós vizsgálat során képződő széndioxid tartalmú gázok CO_2 tartalmát meghatározó berendezés helyett-, a célnak teljesen megfelelő, Orsat-féle gázelemző készülékkel végezzük. A redukciós vizsgálatok során felhasznált komprimált szénmonoxid gáz szennyezőinek — különösképpen hidrogéntartalmának — meghatározása némi technológiai módosítással, ugyancsak Orsat-féle gázelemzővel végezhető.

A módosított szénmonoxidos redukciós berendezés összeállítási vázlatát a *3. ábra* és a *4. fénykép* szemlélteti.



2. ábra. A redukciós kemence és a redukciós tér



3. ábra. A redukáló berendezés vázlatos elrendezése és folyamat ábrája

1 Állvány, *2* Szabályozó műszerek, *3* Marsh kemence transzformátor, *4* Gazométer, *5* Oxigén lekötő P tartó, *6* Reométer-aljazat, *7* Dugós-csatlakozás, *8* Redukáló kemence, *9* Regeneráló-kemence, *10* Elzáró tornyok, *11* Csap, *12* Levegőzáró csap, *13* Vezeték, *14* Fogós tartó, *15* Csap, *16* U-alakú elosztó, *17* Reométer, *18* Nyomásmérő szelep, *19* Nitrogén palack, *20* CO-palack, *21* Vezeték, *22* Csőszívó dugó, *23* Gázbevezetők

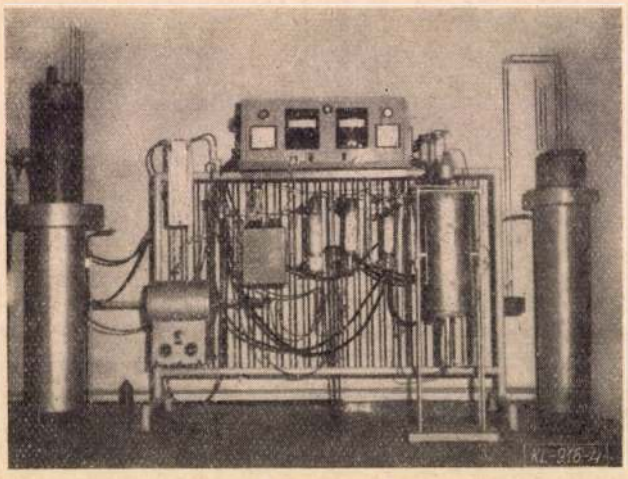
A berendezés három nagyobb egységből áll:

1. A redukáló gáz tárolására és adagolására szolgáló vízzáras gazométerből a hozzátartozó szerelvényekkel.

2. Az elmozdítható állványon a redukáló és öblítő gázok mérésére és tisztítására szolgáló szerelvényekből.

3. A redukciós kemencéből és tartozékaiból.

A fényképen látható redukciós berendezés két gazométerrel van felszerelve. Két gazométer alkalmazásával módunk van szénmonoxid gázt megtakarítani. A redukciós vizsgálat során 40 liter normál állapotnak megfelelő CO gázt használunk fel, s ennek a gázmennyiségnek csupán 20—22%-a alakul széndioxiddá s így a CO nagy része változatlan marad. A CO megtakarítást azáltal tudjuk biztosítani, hogy a CO_2+CO gázelegyet a két gazométer közé helyezett, lúggal töltött edényeken történő átbuborékoltatással CO_2 taralmától megtisztítjuk. A CO_2 tartalomtól megtisztított szénmonoxidot a másik gazométerbe vezetjük, megfelelően kiegészítjük 40 literre és redukciós vizsgálatra újra felhasználhatjuk. A vizsgálatok elvégzéséhez 3 laboratóriumi helyiségre van szükség. Ózdon külön egységet építettünk. Az első helyiségben (kb. 30 m^2 alapterület) foglal helyet a redukciós berendezés tartozékaival, továbbá a vízdesztilláló és a kémiai vizsgálatokhoz tartozó nedvesség meghatározására és izzítási célokra szolgáló kemencék. A második helyiséget (kb. 26 m^2 alapterület), vegyi fülkével felszerelve, ércek, reduktumok és egyéb a kísérletekkel kapcsolatos kémiai vizsgálatok céljára állítottuk be. A harmadik helyiségben (22 m^2) a kiértékelő irodát rendeztük be.



4. ábra. A redukáló berendezés

A redukciós vizsgálat elve

A nyers vasérc, vagy darabos ércminta vasoxidjait 850 °C melletti hőmérsékleten tiszta CO gázzal redukáljuk. Az érc redukálhatóságát a pontosan bemért anyag redukálás előtti és utáni súlykülönbsége s a vizsgálandó ércben levő vashoz kapcsolódó oxigén mennyisége közötti arányból határozzuk meg. A darabosított érc szénmonoxid gázban történő hevítésénél fellépő súlycsökkenés a mintából eltávozott oxigéntartalomtól származik, mivel előzőleg a tömörítés alatt a minta illó alkatrésze, hidrátvize, karbonátja, stb. már eltávoztak. A darabosított ércek redukálhatóságának súlycsökkenésből történő meghatározása könnyen elvéghezető.

Nyers ércek esetén kissé bonyolultabb a súlycsökkenésből számított redukciós fok meghatározás. A hidrátvíz-, a karbonát-, a $BaSO_4$ — és a $Fe^{(II)}$ — tartalmú nyers ércek vizsgálatát előzőleg ezen alkotók szénmonoxid gázban történő változásainak figyelembevételével kell végezni. A nyers ércek vizsgálatakor a bemért ércminták

szénmonoxid gázban történő hevítése során fellépő súlycsökkenése a hidrátvíz és a széndioxid hevítés hatására bekövetkező spontán távozásából, valamint a szénmonoxidnak a vashoz kötött oxigénre, ill. a $BaSO_4$-re gyakorolt redukáló hatásakor a mintából távozó oxigén elvesztéséből áll. A $2\,CO = CO_2 + C$ reakció során keletkező súlyváltozást figyelmen kívül hagyjuk. A hidrátvíz, szénsav és $BaSO_4$-ből származó súlycsökkenés külön meghatározására módunk van. Ezt a súlycsökkenést a szénmonoxid gázban való hevítésnél kapott súlycsökkenéshez hozzáadjuk s így eredményként kapjuk a CO által felhasznált vashoz kapcsolódó oxigén mennyiségét.

A redukciós fok kiszámításához szükséges adatok

1. A vizsgálathoz bemért anyag összes vashoz kötött oxigénmennyisége grammban.
2. A vizsgálatra bemért anyag súlya grammban.
3. A vizsgálathoz bemért anyag szénmonoxid hatására megváltozott súlya grammban.
4. Izzítási veszteség 50 g anyagra vonatkoztatva.
5. A redukálódott $BaSO_4$ oxigéntartalma (BaS-ből meghat.) Redukciós fok $= \frac{S}{B} \cdot 100$

S= A redukálásra bemért anyag CO hatása után korrigált súlycsökkenése.

B = A bemért anyag összes vashoz kötött oxigénje.

A redukciós vizsgálat végrehajtása

A vizsgálathoz szükséges anyagok és paraméterek:

1. A próba szemcsemérete	3—5 mm
2. A próba súlya	50 g
3. Redukáló gáz	CO
4. Öblítő gáz	N_2
5. A redukáló gáz mennyisége ...	1 N liter/perc
6. A redukciós hőmérséklet	850 °C
7. Redukálás ideje	40 perc

A berendezés előkészítése a redukciós vizsgálatra: (Az alábbi hivatkozási számok a 3., ill. a 4. ábrára vonatkoznak).

A gazométer feltöltésére a CO-s acélpalackból (20) a nyomáscsökkentő szelep (18) óvatos nyitásával CO-t adagolunk a 18-as számú szelepen levő gumicső segítségével a gazométerbe (4). Az összes adagolt CO gáz mennyisége 45—50 liter. A vizsgálat céljára először a próbát 3—5 mm szemnagyságúra törjük és megfelelő szitán átszitálva szárítószekrényben 100 °C-on kiszárítjuk. Az így előkészített mintából finom mérlegen századgramm pontossággal 50 g-ot lemérünk és a fűtőkemencében (8) levő krómnikkel csőbe adagoljuk. Majd a krómnikkel csövet a fűtőkemencébe (8) felülről belehelyezzük és a csőtartó szerkezetbe szereljük. A vizsgálócső hűtésére ráhelyezzük az ábrán látható vízárammal működő hűtőt és bekötjük a termoelemmel működő hőmérsékletszabályozót. A vizsgáló csőbe az öblítő és redukáló gázok be- és kivezetésére Hoffmann-féle csapokkal ellátott gumicsövek szolgálnak. Az előkészített vizsgáló csövet összekapcsoljuk a gázt szolgáltató berendezéssel, majd fűtésre kapcsoljuk a kemencéket. Egyidejűleg előkészítjük az öblítő nitrogéngáz oxigénmentesítő kemencéjét is. Az oxigénmentesítő kemencében (9) vízszintes irányban levő kvarccső van, s ebben a csőben foglal helyet az oxigén mentesítésére szolgáló fémréz is. Ezt a kemencét is termoelemmel működő hőmérséklet-szabályozóval láttuk el. A redukciós kemencét 850 °C-ra, az oxigénmentesítő kemencét 600 °ra állítjuk be. A kívánt hőmérséklet elérése után a csapok (11) elforgatását olyan sorrendben végezzük, hogy először a rendszeren a kiöblítésre nitrogéngázt áramoltatunk olyan mennyiségben, hogy a reométer skálája (17) 20 mm vízoszlopnyomás különbséget mutasson. A redukciós kemencét nitron áramban kell felfűteni. Ha a redukciós kemence elérte a 850 °C-t, a csapok elforgatásával a gazométerből óvatosan CO-t vezetünk a gázmosó rendszeren keresztül a 850 °-ra hevített reakciócsőbe.

A CO gáz áramlását reométer segítségével úgy állítjuk be, hogy az percenként 1 liter normál gáznak feleljen meg. Ezt a mennyiséget a gazométer beosztásán stopperórával ellenőrizzük, illetve előre kimérjük. Közben a redukció alatt keletkező gáztermék CO_2-tartalmát 5 percenként meghatározzuk. Az oxigéntelenítő rezes kemencét a vizsgálati idő felének letelte után — kb. a huszadik percben — ismét bekapcsoljuk és 600 °C-ra állítjuk be. A 40 perc vizsgálati idő eltelte után a CO-áramot a (11) csapok elforgatásával nitrogénáramra váltjuk át, és végül a reakciócsövet nitrogén áramban hagyjuk szobahőmérsékletre lehűlni. Az alkalmazott nitrogéngáz mennyisége kb. 0,2—0,3 liter/perc legyen. A szobahőmérsékletre lehűlt krómnikkel csövet a kemencéből felülről kihúzzuk és a vörösréz csésze tartalmát veszteség nélkül egy porüvegbe szórjuk, majd mérlegen századgramm pontossággal lemérjük.

A kapott súlyveszteség és a keletkező CO_2 gáz a vizsgálatra bemért mintának vastartalmához kötött oxigéntartalmából származik. Ezen adatokból egyszerű számolással a redukciós fok kiszámolható. A redukciós fok kiszámításánál természetesen figyelembe kell venni a vizsgálatra bemért próba korrekcióját.

1967. ápr. hótól 1970. dec. hóig mintegy 600 vizsgálatot végeztünk különböző ércek és zsugorítványok redukciós fokának meghatározására.

Vizsgálataink között szerepelnek szovjet agló, szovjet koncentrátum, rudabányai ankerit, rudabányai limonit, dúsított jugoszláv limonit ércek és különböző összetételű, bázikusságú zsugorítványok.

A redukciós vizsgálatok során kapott összefüggések ismertetését, azok részletes kiértékelése után, egy későbbi tanulmányban tesszük közzé.

IRODALOM

[1] *Kesztyüs K.:* Dunai Vasmű 1963. 1. szám.
[2] *Skodin, K. K.:* Sztálj (A folyóirat fordítása) Budapest, 1963. 2. szám.
[3] *Leitner, J.:* Hutnické Listy, Brno, 1963. 10. szám.
[4] *Horváth—Puch:* A nagyolvasztói elegyalkotók redukálhatóságának vizsgálata. BKL-Kohászat 1972. 1. 1. old.

Acélhuzalok horganyozva húzása

TAKÁCS GYÖRGY
okl. gépészm.

KOVÁCS LÁSZLÓ
okl. gépészm.
December 4 Drótművek

GORONDI ISTVÁN
okl. kohómérnök

DK: 669.14.018.29 : 669.586 : 621.778

Gyártási nehézségek a kis átmérőjű acélhuzalok horganyozva húzásában. E nehézségek a szerzők munkahelyén azzal hidalhatók át, ha új rendszerű huzalizzító sófürdőt alakítanak ki, korszerűsítik a patentozás technológiáját és a patentozott huzalok felcsévélését. Részletes számítási adatok az új technológia megvalósításához.

A jelenlegi gyártás problémái

A horganyozva húzás általában — és ezen belül az ∅0,2—0,5 mm készméretű horganyozva húzott huzalok gyártása — nem újkeletű probléma. E témakörben ez ideig már több tanulmány és javaslat született, sőt az üzemszerű gyártás is megvalósult, azonban a vékonyabb (∅0,2—0,5 mm) átmérők tartományában a termelékeny gyártást különböző hiányosságok akadályozzák. E hiányosságok a teljes gyártási folyamat különböző területein mutatkoznak, így a kijavításukat célzó módosítások is a gyártás teljes területét kell, hogy érintsék. Éppen ezért a tanulmány keretében nem csupán a húzás műveletével, hanem a teljes gyártási folyamattal kívánunk foglalkozni, amelynek természetesen része a húzási művelet is.

Jelenleg a December 4 Drótműben a horganyozott huzalok gyártása tüzi horganyzással főleg két variáció szerint történik:

a) horganyozás készméreten

b) horganyozás patentozási átmérőn, horganyozva húzás kész méretre.

A kész méreten történő horganyozás csak abban az esetben indokolt, ha a horganyréteg vastagságát a horganyozva húzás technológiájával biztosítani nem lehet. Egyéb esetekben — a kötélhuzalok többségében — a horganyozva húzás technológiája indokolt, ugyanis a huzallal szemben támasztott követelmények gazdaságosabban kielégíthetők. A kész méreten történő horganyozás hátrányai közismertek: a mechanikai jellemzők a horganyozás folyamán romlanak, a horganyozás művelete kevésbé termelékeny, a horganyréteg indokolatlanul vastag, a horganyréteg felülete egyenetlen stb. Ezen ismert hátrányok ellenére a vállalatnál a kész méreten való horganyozás az általánosabb, ugyanis a húzást megelőző műveletek hiányosságai, különösen a vékonyabb átmérők esetében a húzást erősen hátráltatják. E hiányosságok röviden a következőkben foglalhatók össze:

a) A jelenlegi horganyozó berendezések — amelyeken az ∅1,5—0,5, ill. ∅0,5—0,2 mm méretartományba eső huzalok gyártása folyik — műszaki állapota nem kielégítő, és ez a huzalok horganyozási minőségét rontja.

b) A megfelelő simaságú horganyozás hiányában a húzás sebessége az egyébként adott lehetőségekig a gyakori szálszakadások miatt nem fokozható.

c) A huzalok kötegben kerülnek át a húzógép leadó motollájára, amelyen — a motolla műszaki állapotától eltekintve is — a nagyobb húzási sebességeken fennáll a köteg bomlási lehetősége.

d) A húzás előtti felületi előkészítés csak az egyébként is túlterhelt pácolóban lehetséges.

Javaslat a technológiai eljárás megváltoztatására és az új technológiát megvalósító berendezésekre

Az előzőkben ismertetett hiányosságok alapján a fentebb említett horganyozó kemencéket, kihúzó berendezéseket és húzói leadó-motollákat teljesen fel kell újítani, valamint új megoldást kell keresni a huzalok felületi előkészítésében a pácoló tehermentesítésére. Mivel ilyen jelentős költségek szükségesek a szinttartás megvalósítására, célszerű a felújítás helyett egy új technológiai elvnek megfelelő korszerűbb berendezést tervezni és kivitelezni. Az ajánlott technológiai folyamat — amely a meglevő hiányosságokat kiküszöbölné — a következő.

A patentozási átmérőre húzott huzalok egy horganypatentírozó-bevonó elvén működő kemencére kerülnek. A kemence után folyamatos meszező és szárító van beépítve. A kihúzóberendezés, amely alkalmas dobra és csévére való dolgozásra, el van látva húzókő tartóval is, így a huzaloknak néhány százalékos simító húzását is elvégzi. A huzalok célszerűen csévén kerülnek át a húzóüzembe, a gép megfelelően fékezett leadójára.

A simítóhúzás és a csévével a köteg bomlásának megszűnése lehetővé teszi a megfelelő sebességű húzást. A csévék kapacitása elvileg tetszőleges, célszerűen azonban a kész dob kötegsúlyával egyező, vagy ennek egész számú többszöröse.

A berendezés a műveletek koncentrációjával a gazdaságosabb gyártás lehetőségét is biztosítja.

A berendezés felépítése és főbb műszaki paramétereinek meghatározása

A berendezés főbb egységeit, valamint a tervezésükhöz szükséges főbb műszaki paramétereit a következőkben ismertetjük.

Huzal-leadó motollák

A huzal-leadó motollák golyóscsapágyasak, állandó fékezésűek és cserélhető kosárral vannak ellátva. 200 kg-os kötegekhez készülnek, a felrakáshoz a motollapark darusítása biztosított. A daruk a motollasor fölé konzolosan benyúló oszlopokra függesztett tartón helyezkednek el, úgyhogy egy-egy pálya és egy-egy motollasor középvonala egybeesik. A pálya a motolla-soron túlnyúlik egy tárolóterület fölé, ahonnan a folyamatos huzal-ellátás daruval biztosítható. A daruk tartón alulfutó villamos emelődobbal és villamos mozgatószerkezettel ellátottak. Teherbírásuk 500 kg, vezérlésük földről, kézi kapcsolóval történik. A motollák elrendezése olyan, hogy a két motollasor között biztosított a darut kezelő mozgási lehetősége, vala-

mint a huzalok végtelenítéséhez szükséges hegesztőgép mozgatása. A motollák száma a huzalok szálszámánál mindkét oldalon egy-egy motollával több, így a tartalék motollákra felrakott huzal kötegvég és a lefogyott huzalkötegvég hegesztéses végtelenítése biztosítható.

Izzító sófürdő

A sókemence samott téglából kifalazott fürdőből áll. Az izzítósó térfogata 405 dm^3 (súlya ~ 1 t). A fürdő oldalfalai és a fenék könnyű samott tégla segítségével vannak hőszigetelve. A téglafalazás acélburkolatba van foglalva és 40—60 mm vastagságú samott darából álló réteggel van elkülönítve a faltól és a fenéktől. Az egyik fürdő-oldalban 150 mm-es bemélyedésben vannak a fűtőelektródák elhelyezve. A fűtőelektródák L-alakúra vannak kiképezve és a könnyű cserélhetőség érdekében a falazat felső részében vannak beépítve. Az elektródák a só szintje alá nyúlnak és a vízszintes falban levő részük vízzel hűtött.

A fürdő hőszigetelt, felfüggesztett boltozattal van befedve. A boltozat szükség esetén gépi úton emelhető és félretolható. A napi sószükséglet adagolásához a boltozaton adagolóbunker van kiképezve. Az adagolás műszakonként történik.

Az izzítósó 630—950 °C hőmérsékleti határok között dolgozhat. A kemence üzemi hőmérséklete 920—870 °C hőmérsékleti tartományba esik. A szál bevezetése terelőgörgőkkel történik. A kádban a szálterelést a falba épített és a fürdő szintje alatt elhelyezkedő kemény samott hengerek biztosítják. A keletkező gázok és gőzök elszívására a fal felső síkjába épített üreges téglákon keresztül elszívó berendezés szolgál.

Az izzítósó fűtése a benyúló elektródákkal történik, a sófürdőt, mint fűtőellenállást felhasználva. Az energiát szabályozó transzformátor szolgáltatja. Az elektródák anyaga C 10.

Patentozó és bevonó horganyfürdő

A horganyfürdő kádja minimális karbont tartalmazó acéllemezből hegesztett kivitelben készül, amelynek belső oldalfalai 65 mm samott réteggel vannak kifalazva. A fürdő két részre osztott. A huzal belépő oldalán a horgany felületén folyósító fürdő helyezkedik el és válaszfal akadályozza meg a kilépő oldalra való elterülését. A belépő oldal magasított és a folyósító fürdő szétterülését egy kemény samott gát akadályozza meg, amely egyben a fürdőben a szál terelését is végzi. A kemence szilit fűtésű. A beépített szilitrudak a kemence alá épített samott vályúkban helyezkednek el. A samott alatt a talaj felé való hőveszteség csökkentésére termallit szigetelő réteg van kiképezve. A szál átvezetése a sófürdőből a kádba keménysamott terelőfésűvel történik. A bebuktatást a megfelelően kiképzett keménysamott gát végzi. A kilépésnél cserélhető szénperselyes terelő hengerek vannak, amelyek minimális karbont tartalmazó acélból készülnek. A befűzésnél a szál bevezetését befűzőkarok segítségével végzik. A két kádrész kézzel nyitható fedélrésszel ellátott. A folyósító fürdő fölött elszívó berendezés üzemel.

A kád fenékrészén 50 mm ólomréteg van, amely a jó hővezetést biztosítja, ugyanakkor megakadályozza a vashorgany ötvözet kialakulását a kád és a horganyfürdő között.

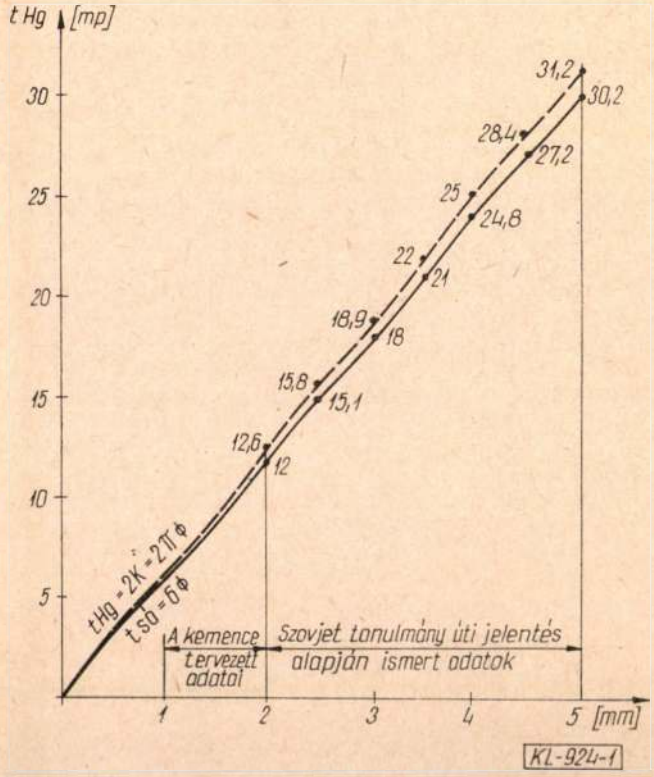
Mérettartomány, kapacitás, áthúzási sebességek, szálszám meghatározása

Az új egység mérettartománya ∅0,8—2,0 mm. A mérettartomány alsó határát az indokolja, hogy horganyozva húzottan gyártható legyen a ∅0,2 mm méret, a felső határát pedig a konstrukciós megoldás határolja be, ill. így illeszkedik mérettartományával a már megépült sóban izzító, horganyban patentozó bevonó kemencéhez. Így a kemencén patentozott bevont és továbbhúzott huzalok mérettartománya ∅0,2—0,8.

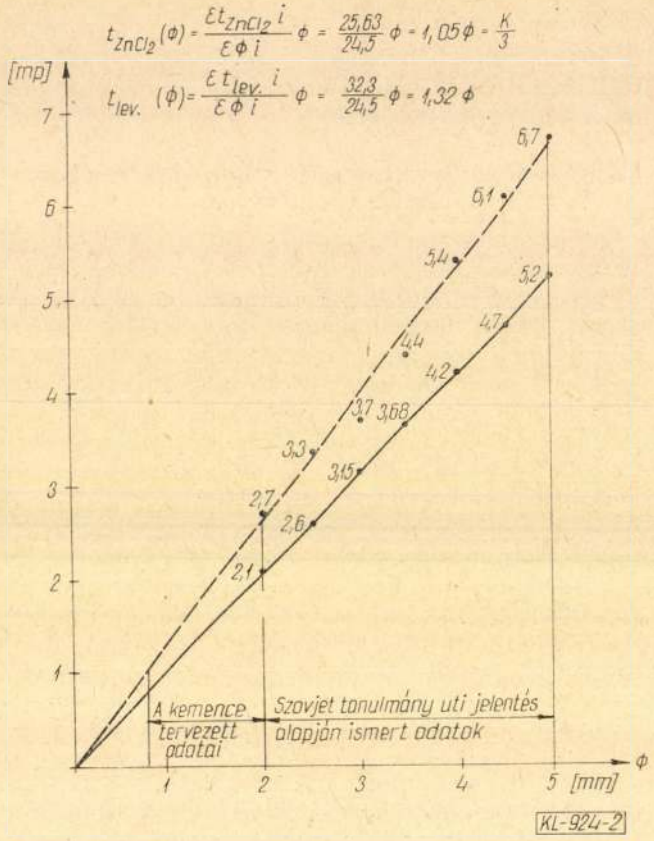
A kádhosszakat úgy állapítottuk meg, hogy egyrészt biztosíthatók legyenek a technológiailag szükséges tartózkodási idők, másrészt a sebességek a horganyozáshoz használatos kilépési sebességgel egyezzenek meg. A tartózkodási időket szovjet tapasztalati adatok korreláció számításával meghatározott összefüggései alapján, extrapolálással határoztuk meg, ezeket az *1.*, *2.*, és *3. ábrák*ban tüntettük fel. Az 1. és 2. ábrában a tényleges adatokat, valamint a számítással meghatározott egyenest tüntettük fel. A 3. ábra az 1. és 2. ábrák alapján meghatározott különböző technológiai folyamatok üzemidőit mutatja.

$$t_{Hg}(\phi) = \frac{\varepsilon\, t_{Hg} \cdot i}{\varepsilon \phi i}\,\phi = \frac{15{,}3}{24{,}5}\,\phi = 6{,}28\,\phi = 2K$$

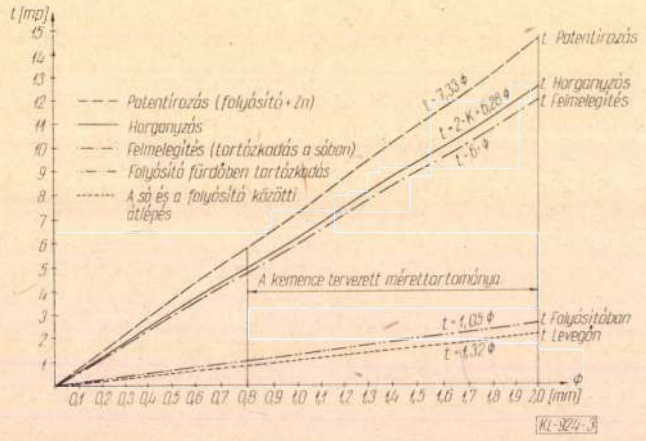
$$t_{só}(\phi) = \frac{\varepsilon\, t_{só}\, i}{\varepsilon \phi i}\,\phi = \frac{}{24{,}5}\,\phi = 6\phi$$



1. ábra. A huzal tartózkodási ideje a sófürdőben és a horganyfürdőben



2. ábra. A huzal tartózkodási ideje a folyósító sófürdőben és levegőn



3. ábra. A különféle technológiai folyamatok üzemidői

Az *1. táblázat* tartalmazza a sebességeket, valamint a szükséges dobfordulatokat ∅360 mm-es dobátmérőnél.

A sebességek és a kapacitás ismeretében meghatározható a szálszám is:

$$Q = q \cdot h \quad \text{kp/év}$$

ahol Q az évi kapacitás
q az egy órára eső termelés
h az évi tényleges üzemórák száma

$$q \quad v \cdot 60 \cdot s \cdot f \cdot \frac{1}{100} \quad \text{kp/óra}$$

v a sebesség m/p-ben
s a szálszám
f a folyómétersúly kp/100 m-ben

1. táblázat

Átmérő mm	v m/p	n ford/p	$t_{só}$	$t_{levegő}$	t_{ZnCl_2}	t_{Zn}
			másodperc			
0,8	25,0	21,9	4,8	1,06	0,84	5,01
0,9	22,2	19,4	5,4	1,19	0,95	5,64
1,0	20,0	17,5	6,0	1,32	1,05	6,28
1,1	18,2	15,9	6,6	1,45	1,15	6,90
1,2	16,7	14,6	7,2	1,58	1,26	7,53
1,3	15,4	13,5	7,8	1,72	1,37	8,16
1,4	14,3	12,5	8,4	1,85	1,47	8,79
1,5	13,3	11,6	9,0	1,98	1,58	9,41
1,6	12,5	10,9	9,6	2,11	1,68	10,10
1,7	11,8	10,3	10,2	2,24	1,79	10,7
1,8	11,1	9,7	10,8	2,38	1,89	11,3
1,9	10,5	9,2	11,4	2,51	2,00	11,9
2,0	10,0	8,8	12,0	2,64	2,10	12,5

$$q = \frac{450\,000}{4800} \cong 94 \text{ kp/óra}$$

$$s = \frac{100 \cdot q}{v \cdot 60 \cdot f} = \frac{9400}{60 \cdot 16,7 \cdot 0,86} = \frac{940}{86} = 10,9$$

∅1,2 huzal — mint vezértípus — esetén a kapacitás 12 szálszámmal biztosítható.

A fürdők fűtőteljesítménye és hőegyensúlya

A huzalok felfűtése a sófürdőben történik. A sófürdő fűtésének biztosítania kell tehát a huzal felmelegítéséhez szükséges kalóriamennyiséget, valamint pótolnia kell az állandó hőntartással jelentkező veszteségeket. A huzal a sófürdőből a folyósítóba, ill. a horganyfürdőbe kerülve lehűl, és itt a felvett kalória egy részét leadja. Ebben a fürdőben tehát a leadott hőmennyiség és az állandó hőmérsékleten adódó veszteségek különbségét kell a fűtésnek biztosítania. Biztosítani kell azonban a fűtéssel a felfűtés időszakában szükséges kalóriaszükségletet is.

A sókád vesztesége a kísérleti kemence tapasztalatai alapján, azonos felületi veszteségeket feltételezve kb. 40 kW.

A huzalok felfűtéséhez szükséges teljesítmény, valamint az áthordott teljesítmények 12 szálra, $C_{20-900\,°C} = 0,16$ kcal/kg °C, és $C_{400-500\,°C} = 0,17$ fajhőkkel számolva.

A számításban figyelembe vettük, hogy $q = v \cdot 60 \cdot 12 \cdot f/100 = 7,2\,v \cdot f = v \cdot f'$ ($f' = 7,2f$) jelentése 1 m/p sebességen a kemence egy órára eső teljesítménye az adott átmérőn, és $Q_1 = 0,16 \cdot q \cdot 880 = 141 \cdot q$ kcal/ó, $Q_2 = 0,17 \cdot q \cdot 400 = 68 \cdot q$ kcal/ó.

A számítási eredményeket a *2. táblázat* részletezi. A 2. táblázat szerinti teljesítmények közelítő értékei szabályozó transzformátorral a fürdőben leadhatók.

A horganyfürdő teljesítmény-szükséglete a felfűtés időszakában 40 kW. Az üzemeléshez 14,1 kW leszabályozás szükséges, ami 18 szilitrúddal biztosítható. Mivel az átvitt hő leadása a huzal belépő oldalánál van, ennek a résznek a fűtése lekapcsolható, sőt a hűtése levegővel biztosított. A hőmérsékletek mérése beépített hőelemekkel biztosított, a szabályozás félautomatikus.

A sófürdő közvetlen ellenállás fűtése, valamint a horganyfürdő rész szilit fűtésének igen pontos

2. táblázat

Átmérő mm	v m/p	f kg/100 m	f' kg·p/m·ó	q kg/ó	Fűtéshez		Átvitt	
					Mcal/ó	kW	Mcal	kW
0,8	25,0	0,395	2,84	71	10	11,6	4,81	5,6
0,9	22,0	0,499	3,59	79	11,1	12,9	5,35	6,21
1,0	20,0	0,617	4,45	89	12,5	14,5	6,04	7,00
1,1	18,2	0,746	5,38	98	13,8	16,1	6,65	7,75
1,2	16,7	0,888	6,39	106	14,9	17,3	7,20	8,34
1,3	15,4	1,04	7,50	115	16,2	18,8	7,80	9,06
1,4	14,3	1,21	8,7	124	17,5	20,4	8,45	9,85
1,5	13,3	1,39	10,0	133	18,8	21,9	9,06	10,5
1,6	12,5	1,58	11,4	142	20,2	23,5	9,70	11,3
1,7	11,8	1,78	12,8	151	21,3	24,8	10,3	11,9
1,8	11,1	2,00	14,4	160	22,6	26,3	10,9	12,6
1,9	10,5	2,23	16,1	169	23,8	27,7	11,4	13,3
2,0	10,0	2,47	17,8	178	25,1	29,2	12,2	14,1

megoldása a technológia helyes tartásának egyik alapfeltétele. A kísérleti jelleggel megépült kemencével ilyen irányban is hasznos tapasztalatokat szereztünk, ezek megoldásának ismertetésére azonban itt most nem térünk ki.

Függőleges kihúzó állvány

A függőleges kihúzó állvány a kísérleti horganypatentírozó kemencéhez megépült konstrukciós megoldásokkal készül, a hengert-hűtő víz elvezetési rendszerének változtatásával. A felső hengernél a víz csak a henger hűtését oldja meg, mivel a huzal innen a meszezőbe halad és a meleg huzal itt előnyös.

Folyamatos meszező

A folyamatos meszező beépítésére azért van szükség, mert a feltekercselés csévére történik és a huzal kismértékű húzást is kap, így a felület meszezése a csévén nem lehetséges. A meszezett felület húzáshoz is szükséges, mint kenőanyaghordozó.

Szerkezeti megoldása egy egyszerű mártókád, amelybe a szál bevezetése görgők segítségével történik. A meszező fürdő hőmérsékletét a beérkező meleg huzal biztosítja, így külön fűtéséről nem kell gondoskodni.

Folyamatos szárító

A folyamatos szárító a meszes huzalok szárítását végzi, hogy a csévékre száraz huzalok kerüljenek.

Szerkezeti megoldása tokos gáztüzelésű, hegesztett kivitelű szárítókemence.

Kihúzó berendezés

A kihúzó berendezés a gyártósor egyik lényeges része. Felépítés és működés szempontjából eltér az eddig szokásos kihúzó berendezésektől. A lényeges különbséget az adja, hogy ezzel a berendezéssel elvégezhető egy kalibráló húzás és a szokásos kihúzó dobok mellett csévékre is dolgozhat.

A berendezés 3 egyidejűleg dolgozó és egy tartalék egységből áll. Egy egység 4 szál horganyozott huzal húzását, ill. feltekercselését tudja biztosítani. Az egységekből való felépítés lehetővé teszi más szálszámú kihúzó berendezések összeállítását is. Természetesen a meghajtó motorokat mindig egy-egy összeállított kihúzó berendezéshez kell megválasztani, figyelembe véve a húzáshoz szükséges teljesítményeket is. A húzóerő egy szál esetén, 5%-os fogyást és 2,0 mm átmérőt feltételezve

$$F = 0{,}6 \cdot \sigma_B d_0^2 \sqrt{q}$$

$$F = 0{,}6 \cdot 135 \cdot 2^2 \cdot \sqrt{0{,}05} = 72{,}5 \text{ kp}$$

12 szál esetén $12 \cdot 72{,}5 = 870$ kp

A húzáshoz szükséges teljesítmény 12 szálra

$$P = F \cdot v = 870 \text{ kp} \cdot \frac{10}{60} \text{ m/sec} = 145 \text{ mkp/s} = 1{,}42 \text{ kW}$$

Működése a következő: a huzal a szálvezető görgőkre érkezik, majd egy húzókövön halad keresztül, amely azt a célt szolgálja, hogy a horganyozott huzalnak egy tűréshatáron belül (ez megegyezik egy bizonyos átmérőn a húzáshoz érvényes átmérő tűréssel) végig egyenletes sima felületet biztosítson. Az alakítás nagysága 4—5%, ilyen mérvű kalibrálás biztosít olyan egyenletesen és rücskösségmentesen horganyozott huzalt a csévén, ami a húzógépeken a továbbhúzás közben biztosítja a folyamatos üzemszerű termelést és nem okoz szálszakadást.

A következőkben a huzal a kihúzódobra kerül. Ha a gyártás nem csévére történik, a berendezés a kihúzódobra termel. A dobra termelhető huzalmennyiség 200—250 kg. Csévére termeléskor a szál a kihúzódobról a csévére egy szálterelő görgőn keresztül jut, amely a cséve tengelyével azonos irányú alternáló mozgásával biztosítja a csévék egyenletes kitöltését. Egy kihúzódobhoz 2 cséve tartozik, mivel így lehet biztosítani a folyamatos üzemszerű termelést. A cséve kapacitása 60 kg-osnak adódott, ami megfelel a gép egyműszakos termelésének is. A berendezés hajtása 2 egyenáramú motorral történik. Ezek egy-egy tengelykapcsolóval csatlakoznak az alul végigmenő tengelyhez, amelyről egy-egy csigahajtáson keresztül történik a kihúzódobok meghajtása. Ezek tengelyéről lánchajtással megy tovább a hajtás a szálterelők és csévék tengelyeihez, megfelelő áttételek közbeiktatásával.

A horganyozva húzás feltételeinek megteremtése a DHCF gépeken

Az előzőkben ismertetett horganyozó-patentozó berendezésen történő gyártás esetén a megfelelő minőségű felületi előkészítéssel rendelkező huzal csévén kerül át a húzóüzembe. Az így átkerülő huzalok húzása a szokásos technológia szerint végezhető. Mivel pedig a huzal csévén érkezik, a huzalleadót módosítani szükséges, úgy, hogy biztosítsa a cséve felfogását, egyenletes futását. A szükséges fékező nyomatékot a sodróműben a csévék fékezésére jól bevált kenderfékes megoldással biztosítjuk. Ha a cséve egyenletes futása biztosított, akkor indításkor a szálban húzóerő növekedés csak a cséve indításából adódhat, ami azonban szálszakadáshoz nem vezethet. Ez számítással igazolható.

A közöltek megvalósítása esetén a horganyozott huzalok húzásakor az eddigiekben is alkalmazott technológia szerinti gyártás üzemszerűen és gazdaságosan folytatható, mert az eddigi gyártási kísérletek eredményei alapján kimutatható hiányosságokat a fenti technológia kiküszöböli.

Elektrotechnikai acélszalagok védőgázas hőkezelése*

Dr. HEGEDÜS ZOLTÁN, a műszaki tudományok kandidátusa
Csepeli Fémmű

DK: 669.14.018.26-122 : 621

A hőkezelés védőgáza és a fém közti reakciók, a dekarbonizáció, nitrogén-leadás és kéntelenedés folyamata. Az elméleti következtetések gyakorlati megvalósítása révén a szerző munkahelyén világszínvonalat kielégítő minőségű elektrotechnikai acélszalagokat gyártanak.

Az elektrotechnikai acélszalag gyártás döntő része a védőgázas hőkezelés, amikor az alakítási feszültségek kioldódnak, ezenkívül textúraképződés, illetve megszűnés, a kémiai összetétel irányított megváltoztatása közben biztosítja a megkívánt mágneses tulajdonságokat. A hőkezelés gyakorlati jelentőségét egy példa kapcsán szeretnénk bemutatni. A Csepeli Fémmű azonos berendezéseken egy adott dinamóacél adagból, tisztán a hőkezelési körülmények célszerű módosításával elő tud állítani, V_{10}=1,8—2,0 W/kg, vagy V_{10}=3,3—3,5 W/kg veszteségű dinamószalagot. Itt kell megemlíteni azt is, hogy a hőkezeléssel helyre lehet hozni egyes acélgyártási hibákat és a hőkezelési körülmények pontos tartásával jelentősen növelhető a jobb minőségek kihozatala, végül a gyártási költségek is csökkenthetők.

A következőkben a különböző felépítésű védőgázas kemencetípusok előnyeit, hátrányait figyelembe véve bemutatunk néhány, a védőgázok használatakor feltétlenül figyelemmel kísérendő összefüggést, illetve az irodalomban tapasztalható ellentmondást. Ezek ismerete, és a helyi körülményekre való alkalmazása hasznos útmutatásokat adhat a gyakorlati munkában.

Az elektrotechnikai acél hőkezelése közben végbemenő újrakristályosodási folyamatok több egyidejű részfolyamatból tevődnek össze és ezáltal egyrészt céltudatosan irányíthatóvá válnak, másrészt elméletileg nehezen tekinthetők át, és egyes jelenségek megítélésében az irodalmi közleményekben gyakori az ellentmondás, sok a bizonytalanság [1]. Ezért a helyi körülményeket figyelembe nem vevő alapos kutató munka nélkül, pusztán csak az irodalmi közleményekre hagyatkozva az elektrotechnikai acélszalag hőkezelés nem ad kielégítő eredményt.

Az elektrotechnikai acélszalag gyártásában a kívánt minőségtől függően alkalmaznak: *védőgázas lágyító* hőkezelést, *dekarbonizáló* hőkezelést, a kívánt *mágneses tulajdonságokat biztosító* végső hőkezelést. A védőgáz lehet semleges, de ez többnyire dekarbonizáló hatású, és ezért csak „átvitt értelemben" nevezhető védőgáznak. A hőkezeléseket *harang-*, vagy folyamatos *áthúzó kemencékben* végzik. Mindkét kemencetípusnak vannak előnyei és hátrányai is.

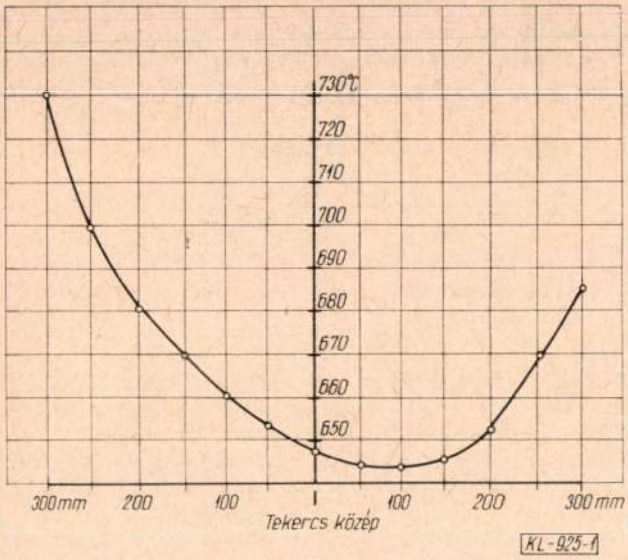
A harangkemencében szalagtekercseket hőkezelnek. *Előnyei:* az aránylag egyszerű felépítés, és ezáltal kevésbé költséges berendezés. Széles hőmérséklet tartományban (1200 °C-ig) változatos védőgázzal használható, az átállás nagyon egyszerű, kicsi a helyigénye, nincs szüksége drága kiegészítő berendezésekre (csévélők, feszítő hengerek stb.). Hosszú hevítést igénylő hőkezelésre kiválóan alkalmas. *Hátrányai:* lassú, nehezen szabályozható felfűtés és visszahűtés. A tekercsmenetek egyenlőtlen, szoros felfekvése akadályozza a védőgáz áramlását, amely bizonyos helyeken nem érintkezik a felülettel, és ezáltal elmarad a kívánt hatása. Speciális lazító eljárással (open coil) egyenletesebbé tehető a védőgáz áramlás, amikor megközelíti (de nem éri el) az áthúzókemencés hőkezelés hatásfokát és minőségét.

Lazított tekercsben a gázáramlás újabb vizsgálati eredmények szerint [2] nagyon bonyolult örvénylő mozgással megy végbe és ez $CO + CO_2 + H_2$ gázkeverékben helyileg nemkívánatos egyensúlyok kialakulására vezethet, aminek a következménye helyi oxidáció, koromképződés, elégtelen dekarbonizáció stb. lehet.

A következő nehézség az egyenlőtlen felmelegedésből adódik. Ugyanazon szalagtekercsben ugyanis erősen eltér egymástól a radiális és axiális irányú hővezetőképesség. Axiális irányban túlnyomóan fémes hővezetéssel van dolgunk, emellett az áramló gáz hőátadása csak másodrendű.

Radiális irányban a melegedés nagyon bonyolult úton megy végbe, és itt szerepe van a tekercs-

* A III. Vaskohászati Hidegalakító Konferencián Dunaújvárosban 1971. október 13-án elhangzott előadás.



1. ábra. Hőmérséklet eloszlás egy 300 mm széles, 600 mm vastag tekercstesten belül

menetek érintkezési felületének, a menetek közötti gázréteg vastagságának, áramlásának, a felületi kenőanyagnak, oxidmaradványoknak stb.

Az *1. ábrán* bemutatjuk a 300 mm széles, 600 mm vastag tekercs hőmérséklet eloszlását 730 °C-on. Felfűtési idő 6 óra. A leghidegebb zóna a középrésztől a belső felület irányába eltolódva jelentkezik. Hosszabb hevítéskor a hőmérséklet inhomogenitása csökken, de figyelembe véve az üzemszerű gyártásban alkalmazott hevítési időket, még mindig tekintélyes marad, és ez egyenlőtlen mágneses tulajdonságokat eredményezhet.

A védőgázas áthúzókemencék nagyon drága berendezések. *Előnyeik:* gyors hevítést tesznek lehetővé, a hőntartást a különböző hőmérsékleteken tetszés szerint lehet szabályozni. A mágneses tulajdonságok a szalagtekercsen belül azonosak. Sík kifekvésű, hullámmentes szalagot lehet bennük előállítani. A kemence beépíthető a hengersorba. Az anyag hőmérséklete egyenletes, a védőgáz minden oldalról érintkezik a szalag felületével. *Hátrányaik:* nagy a helyszükségletük, 1000 °C feletti hőkezelésre csak különleges esetben alkalmazhatók. Az építési költségek csökkentésére az egyes hevítő tartományokat igyekeznek a lehető legrövidebbre építeni. A gazdaságos üzemmenet ugyanakkor minél nagyobb áthúzási sebességet kíván meg. A hőkezelés 3—15 percig tart, és ez a hőmérséklet az áthúzási sebesség és a gázösszetétel nagyon gondos egybehangolását kívánja meg. Az áthúzókemence további hátránya a gyors visszahűtés, ami növeli a mágneses öregedési veszélyt. A lehűtő szakaszba egy 400—600 °C-os hőntartó rész beépítését a kemence gazdaságos üzemmenete nem teszi lehetővé, ezért a mágneses öregedést más módon kell kiküszöbölni.

Oxidációmentes, nem dekarbonizáló fényes lágyítás

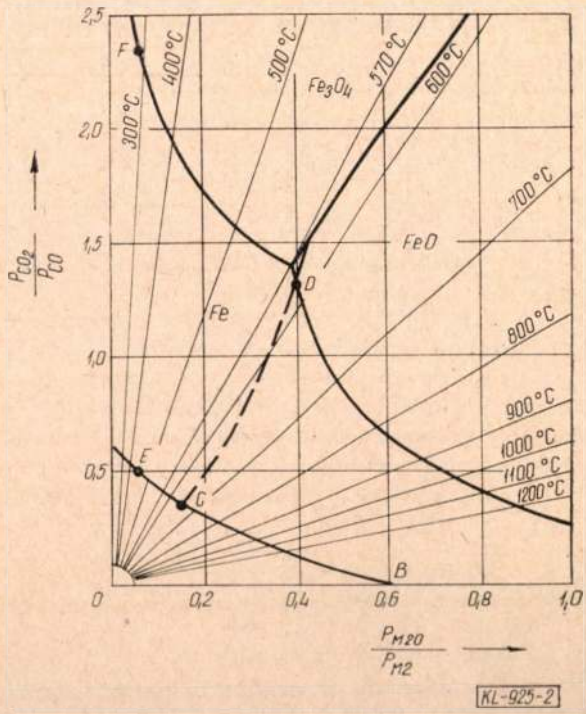
Néhány elektrotechnikai acélszalag minőséget $H_2+CO+CO_2+N_2$ védőgázban hőkezelnek. Ez a gázkeverék többnyire semleges hatású (nem dekarbonizál). A vasoxidokkal lehetséges reakciói a következők:

$$\begin{aligned}
FeO + H_2 &\rightleftarrows Fe + H_2O \\
FeO + CO &\rightleftarrows Fe + CO_2 \\
Fe_3O_4 + H_2 &\rightleftarrows 3FeO + H_2O \\
Fe_3O_4 + CO &\rightleftarrows 3FeO + CO_2 \\
Fe_3O_4 + 4H_2 &\rightleftarrows 3Fe + 4H_2O \\
Fe_3O_4 + 4CO &\rightleftarrows 3Fe + 4CO_2 \\
CO_2 + H_2 &\rightleftarrows CO + H_2O \\
CO_2 + C &\rightleftarrows 2CO
\end{aligned}$$

Ezek egyensúlyi állandóiból, valamint a Fe-**FeO**, $FeO-Fe_3O_4$, részegyensúlyi állapotábrákból kiszerkeszthetők a H_2O/H_2 és a CO_2/CO viszony által meghatározott állapotpontok *(2. ábra)*. Az állapotábra aránylag széles Fe területéből arra lehet következtetni, hogy kellő szárítás esetén a védőgázban a fényes lágyítás egyszerű feladat. Valójában a helyzet más és optimálisnak vélt gázösszetétel esetén is befeketedik a szalag felülete. Ezt sokszor alaptalanul oxidációnak tulajdonítják.

A felületi oxidáció elkerülésére általában a harmatpont csökkentését javasolják. A szalagfelület feketedését többnyire azonban nem a túl nagy harmatpont, hanem a lehűlés közben bekövetkező *Boudouard*-egyensúly szerinti CO bomlás okozza. Lehűlés közben adott körülmények között megindul a $2CO \rightarrow CO_2 + C$ bomlás, ami koromkiválást okoz az acél felületén. A további hűtés közben koromkiválás mellett FeO is képződik és a szalagfelület feketére színeződik.

A CO bomlás azonban meglehetősen lassú, és kellően gyors hűtéssel többnyire elkerülhető. Ha pedig a kemence építésmódja nem engedi meg a gyors hűtést, akkor 95% N_2 + 5% H_2 védőgázra kell áttérni.



2. ábra. 14% H_2 + 9% CO + 5% CO_2 + 72% N_2 – 5 °C harmatpontú gázkeverékre megszerkesztett állapotábra

A védőgázas hőkezelés közben jelentkező felületi elszíneződéseket csak nagyon körültekintő, gondos, alapos vizsgálatok után sikerül megszüntetni, akkor, ha egyértelműen megállapítható a hiba oka, ami igen meglepő lehet. Példaként megemlítjük a vörösrézhuzalok H_2 hőkezelésekor jelentkező lila elszíneződést. Kiderült, hogy ezt a hűtőgázként használt N_2-ből képződő Cu_3N okozta. A réznitrid stabilitása 175—280 °C között van, és a 200—250 °C-on befúvatott N_2 hűtőgázból keletkezett. 160 °C-on vezetve be az N_2-t, a kellemetlen elszíneződés megszűnt.

Dekarbonizáló hőkezelések

Levegőn hőkezelve a felületen egyre vastagodó reverétег keletkezik, és az acél dekarbonizációja ezen keresztül megy végbe. A reverétegen keresztüli dekarbonizációs folyamat mechanizmusáról két eltérő elképzelés található.

a) A C oldódik a revében és azon át diffundálva kijut a felületre, ahol oxidálódik [5, 4]. A reakció részfolyamatai:

1. C diffúziója az acél felületére,
2. a határfelületen keresztül a C az acélból átlép a revébe,
3. a C diffundál a reverétegen keresztül,
4. a C kilép a reve felületére,
5. a felületen a C oxidálódik.

A dekarbonizáció sebességét meghatározó részfolyamat a C diffúziója a revében.

b) A C nem oldódik a revében, hanem a gáztérből az O_2 transzport útján eljut a reve/fém határfelületére, ahol a fém oxidálódik [5]. Itt az egyes részfolyamatok lényege nem egészen világos, és a folyamat sebességét meghatározó reakciót illetően is megoszlanak a vélemények.

$H_2+N_2+H_2O$ védőgázban dekarbonizálva a helyzet egyszerűbbnek tűnik, mert itt az egész folyamat a fém/gáz határfelületen megy végbe.

A lehetséges reakciók a következők:

$$C_{(Fe)} + H_2 \rightarrow CH_4$$
$$Fe_3C + 2H_2 \rightarrow CH_4 + 3Fe$$
$$C_{(Fe)} + H_2O \rightarrow CO + H_2$$
$$Fe_3C + H_2O \rightarrow CO + H_2 + 3Fe$$

A folyamatok sebességét meghatározó reakció jellegét illetően megoszlanak a vélemények.

Az egyik tábor szerint [6] a CH_4, a másik szerint a CO képződés a dekarbonizáció döntő folyamata [7, 8, 9] és ennek megfelelően a száraz, illetve a nedves H_2 dekarbonizál hatásosabban.

A CH_4 képződést a következő részfolyamatok alapján képzelik el [6]:

1. Az acél felületére diffundál a C, ahol adszorbeálódik,

2. C ads + H ads → CH ads
3. CH ads + H ads → CH_2 ads
4. CH_2 ads + H ads → CH_3 ads
5. CH_3 ads + H ads → CH_4 gáz

A reakció feltétele Si atomok jelenléte a szalag felületén (katalitikus gyorsítás). Véleményünk szerint [6] a transzformátoracél száraz H_2-ben dekarbonizálódik legjobban. Kevés H_2O erősen lassítja, sőt teljesen meg is állíthatja a folyamatot.

A másik tábor szerint [3] a CH_4 képződés sebessége oly csekély, hogy teljesen figyelmen kívül hagyható és a fő folyolamat a C ads + $H_2O \rightarrow CO + H_2$, melynek egyensúlyi állandója:

$$K = \frac{p\,H_2 \cdot p\,CO}{p\,H_2O \cdot p\,a_C}$$

a_C=karbon aktivitás.

A reakció K egyensúlyi állandója azonban változik a hőmérséklettel és ez oda vezet, hogy egy adott $H_2+N_2+H_2O$ keverék egy hőmérséklethatáron belül dekarbonizál, más hőmérséklethatár között (amennyiben nem gondoskodunk a képződött CO eltávolításáról) a $3Fe + 2CO \rightarrow Fe_3C + CO_2$ folyamatnak megfelelően karbonizál. Előfordult, hogy 0,007% C tartalmú szalagot dekarbonizálva a C=0,10—0,012%-ra növekedett.

A K egyensúlyi állandónak a hőmérséklettel való változása miatt a felmelegítést és hőkezelést más és más összetételű védőgázban célszerű végezni, ami áthúzókemencében könnyen meg is valósítható.

A dekarbonizációs folyamat sebességére a gázfázis reakcióin kívül az acél szövetszerkezetének változása is hatással van. A dekarbonizáció hőmérsékletén az acél lehet ferrites, ferrit-austenites vagy tisztán austenites szövetű. Dekarbonizáció közben egy idő után kialakul a felületen az oszlopos ferrit kristályokból álló réteg, amely a diffúzió irányában, a felületre merőlegesen növekedik és teljes dekarbonizáció esetén eléri a szalag közepét *(3. és 4. ábra)*.

Ferrites szövetben a karbon D_a diffúziós állandója határozza meg a dekarbonizáció sebességét. A ferrites szövetből álló réteg vastagodása pedig arányos a $D_a \cdot c_a$ szorzattal (c_a=karbon oldhatósági szorzata az α vasban). A $D_a \cdot c_a$ szorzat változik a hőmérséklettel és 780—820 °C-on maximuma van a görbén *(5. ábra)* [7].

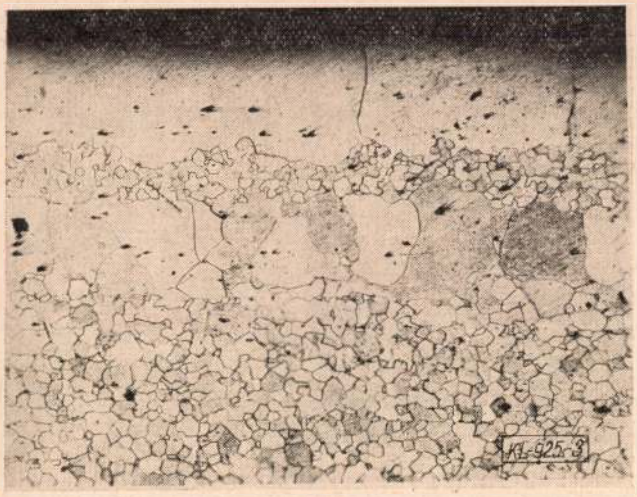
Ha a dekarbonizáció közben az acél az $\alpha+\gamma$ mezőben van, a D_a értékét a jelenlevő austenit is befolyásolja. A karbondiffúzió aktiválási energiája a ferritben ugyanis 18 000—20 000 Cal/mol, míg az austenitben ~31 000—32 000 Cal/mol [8].

$\alpha+\gamma$ szövetben a dekarbonizáció sebességét a D_a/D_γ viszony határozza meg, és minél nagyobb ez a viszonyszám, annál gyorsabb a dekarbonizáció, illetve a ferrites réteg vastagodása [7].

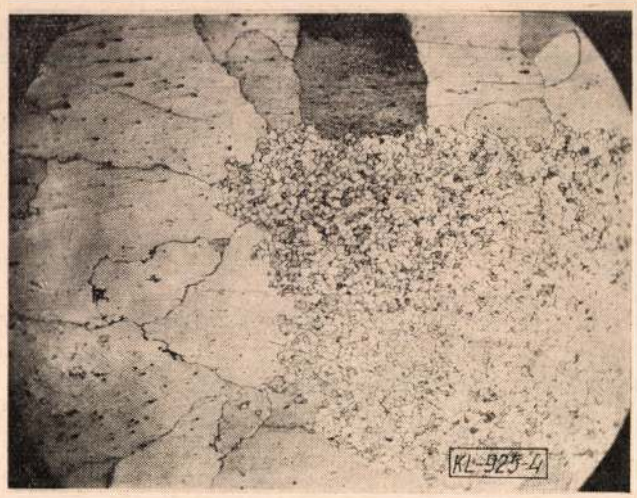
A jelenlevő Fe_3C fékezi a dekarbonizációt. Az oldódó karbid az austenit C tartalmát növeli és közben lassítja a ferrites réteg vastagodását. Az elmondottak miatt a dekarbonizáció szempontjából nem közömbös a Fe_3C kiválás mérete, alakja stb.

A dekrabonizáció sebességét lényegesen módosíthatják az acél szennyezői, illetve kis mennyiségű ötvözők is. A ferrit C oldóképességét növelő ötvözők (Al, Mo) gyorsítják, a C oldhatóságot csökkentő elemek (Cr, Ti, V) lassítják a dekarbonizációt. A Fe_3C-ban erősen dúsuló elemek (Cr, Mn) növelik a cementit stabilitását és megnehezítik az oldódását.

Az irodalmi közlemények szerint [7, 8, 9] általában 0,5—1,0% ötvöző még nem módosítja a de-



3. ábra. Oszlopos ferritréteg részlegesen dekarbonizált dinamószalag felületén
Maratás: 4%-os nitál N = 100x



4. ábra. Nem teljesen dekarbonizálódott transzformátorszalag
Maratás: 4%-os nitál N = 50x

karbonizációt. Saját kísérleteink ezt nem támasztották alá. Vákuumindukciós kemencében olvasztott tiszta acélból adott dekarbonizáló hőkezeléskor a C-tartalom 60—70%-a, 0,50% Mn jelenlétében 35%-a, 0,08% Cr esetén 30%-a 0,10% Ti tartalomnál a jelenlevő C-nek csak 20%-a volt eltávolítható.

A harangkemencékben hosszú a felmelegítés és hevítési idő, ezért nem olyan érdekes a dekarbonizáció sebességét meghatározó részfolyamat ismerete. Más a helyzet az áthúzókemencék használatakor, amikor 20 percnél rövidebb a teljes hőkezelési idő. Itt a pH_2O/H_2 viszonyon kívül szerepe van a gázáramlási feltételeknek is (CO eltávolítás). Példaként megemlíthetjük, hogy 100 tonnás adag felét rossz gázáramlási viszonyokkal bíró függőleges (torony) kemencében hőkezelve a C=0,008——0,009%, míg jó gázáramlást biztosító vízszintes áthúzókemencében a C=0,004—0,005% volt.

$H_2+N_2+H_2O$ védőgázban esetenként nő az acél N tartalma, máskor az N csökkenése figyelhető meg. Ennek oka irodalmi adatok szerint [10] valószínűleg az, hogy az acél kiinduló N tartalma szabályozza a folyamatot olyan értelemben, hogy nagy kiinduló N esetében az acél hajlamos N felvételre.

Száraz H_2-ben az acélban oldott N reakciója a következő:

$$2N\ ads + 3H_2 \rightarrow 2\ NH_3$$

$$K = \frac{p^2 NH_3}{p N_2 \cdot p^3 H_2}$$

A folyamat a következő részreakcióból tevődik össze [11, 12]:

$$N\ ads + H\ ads \rightarrow NH\ ads$$
$$NH\ ads + H\ ads \rightarrow NH_2\ ads$$
$$NH_2\ ads + H\ ads \rightarrow NH_3\ ads$$

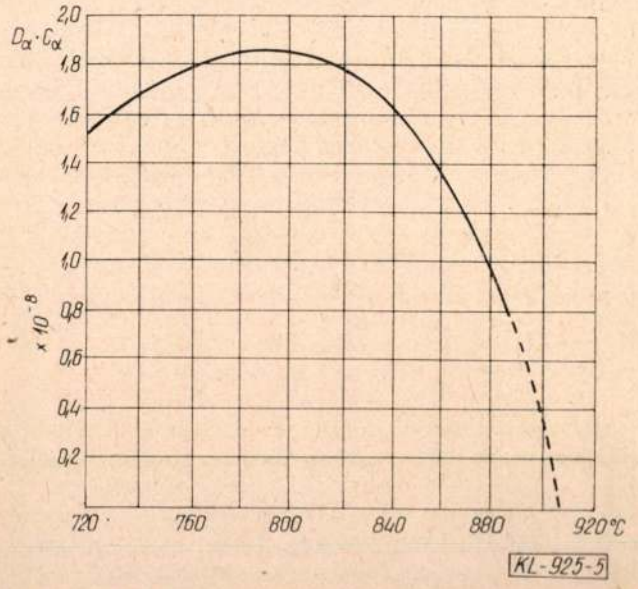
900 °C felett elképzelhető a következő folyamat is:

$$N\ ads + H\ ads \rightarrow NH\ ads$$
$$2\ NH\ ads \rightarrow N_2\ gáz + H_2\ gáz$$

A H_2O jelenléte megakadályozza a N eltávozását és inkább a N felvételének kedvez. Az N eltávolítás (NH_3 alakban), 750 °C alatt hatásos, a H_2O nyomok jelenlétében egy ideig csökken a N leadás, majd ismét erősödik. Az $\alpha - \gamma$ átalakulás a γ erős N oldóképessége következtében lassítja a reakciót.

Kockatextúrás transzformátoracél gyártásakor száraz H_2-ben 1000 °C feletti tisztító hőkezelést végeznek, amikor jelentősen csökken az acél C, N, O és S tartalma. Az elektrotechnikai acél kéntelenedésének mechanizmusáról, ennek kinetikájáról aránylag keveset tudunk. Ez 1000 °C felett kezd jelentőssé válni [13]. A reakció sebességét az S-nek az acélban való diffúziója határozza meg. Feltehetően a $S_{(Fe)} + H_2 \rightarrow H_2S$ reakció megy végbe, de felületi deszorpció következtében S_2, illetve SiS párolgás is lehetséges.

Az összes elektrotechnikai acélfajta gyártásának legkényesebb művelete a végső hőkezelés, amikor kialakulnak a kívánt mágneses tulajdonságok. Ötvözetlen dinamóacélt levegőn, $H_2+CO+CO_2+N_2$-ben vagy H_2+N_2-ben hőkezelnek. Izotróp dinamó- és transzformátorszalagot H_2+N_2+



5. ábra. A $D_\alpha \cdot c_\alpha$ szorzat változása a hőmérséklettel [7]

+H_2O-ban, H_2+N_2-ben, H_2-ben vagy vákuumban, textúrás transzformátor acélszalagot tiszta H_2-ben vagy vákuumban hőkezelnek. A közben végbemenő textúraképződési, szemcsenövekedési, dekarbonizációs és tisztító folyamatok nagyon bonyolultak, ezekre most nem térünk ki.

IRODALOM

[1] *Bohus, O.:* Hutnik *19.* K. 2. sz. 1969. p. 55—57.
[2] *Trezic, V.:* Stahl und Eisen, *89.* K. 24. sz. 1969. p. 1339—1345.
[3] *Schmidt, T.:* Gas, Wärme, International. *19.* K. 4. sz. 1970. p. 145—150.
[4] *Zsuk, N. P.—Sljafirner, A. M.:* Izvesztija Akademü Nauk SzSzSzR Metallü *4.* sz. 1970. p. 131—136.
[5] *Meurer, H.—Schmalzried, H.:* Archiw für das Eisenhüttenwesen, *42.* K. 2. sz. 1971. p. 87—93.
[6] *Fast, J. D.—Bruning, H. A. C. M.:* Zeitschrift für Elektrochemie *63.* K. 7. sz. 1959. p. 765—770.
[7] *Chioatto, G.:* La Metallurgia Italiana, *60.* K. 7. sz. 1968. p. 627—639.
[8] *Popov, A. A.—Mihalev, N. Sz.:* Fizika Metallov i Metallovedenije *K. 7.* sz. Február. 1959. p. 198—208.
[9] *Dubrov, N. F.—Lapkin, N. I.:* Elektrotechnicseszkije Sztali. Moszkva 1963. Goszizdad. p. 75—106.
[10] *Galickij, Ju. P.—Csujko, N. M.—Perevjazko, T. E.—Moskevics, E. I.—Elinson, G. L.:* Sztal 1965. 3. sz. p. 260—263.
[11] *Sablon, F.—Greday, A.:* Bänder, Bleche, Rohre *K. 7.* sz. 1963. p. 332—343.
[12] *Kor, G. J. W.—von Rumpt, J. F.:* Journal of the Iron and Steel Institute *K. 10.* sz. 1969. p. 1377—1381.
[13] *Morozov, A. N.—Zürjanov, G. G.:* Izvesztija Akademü Nauk SzSzSzR. Metallü 4. sz. 1970. p. 34—37.

Acélok elridegedése kis hőmérsékletű megeresztéskor

Dr. SZOMBATFALVY ÁRPÁD okl. gépészmérnök — NÉMETH ZSUZSA okl. gépészmérnök
Vasipari Kutató Intézet, Budapest — Magyar Vagon- és Gépgyár, Győr

DK: 669.15.26 '74' 782-194 : 620.182.2

Üzemi tapasztalatok hívták fel a figyelmet arra a körülményre, hogy bizonyos fajta acélok 200 °C-nál valamivel nagyobb hőmérsékletű megeresztés hatására rideggé válnak. A jelenséget Cr-Mo-ötvözésű, betétben edzhető acélon, valamint Cr-Mn-Si-ötvözésű szerkezeti acélon tanulmányoztuk. Megállapítottuk az elridegedés mértékét és körülményeit. A jelenség okát, a megelőzés lehetőségét irodalmi közlemények alapján ismertetjük.

Bevezetés

Hőkezelő üzemekben többször megfigyelték, hogy betétben edzett alkatrészek egyengetés közben törnek. Az ilyen darabokból kimunkált próbatestek ütőmunkája indokolatlanul kicsinynek bizonyult (2—4 mkp/cm²). Széles körű vizsgálatok során kitűnt, hogy ez csak a gyártási sorozat néhány százalékára terjed ki, a darabok legnagyobb részének szívóssága kielégítő: $KCU=8—12$ mkp/cm².

Kis és közepes (0,15—0,40%) karbontartalmú, gyengén ötvözött acélokból gyártott, működés közben törött alkatrészek között szintén találtunk olyanokat, amelyeknek anyaga szokatlanul rideg volt. A törés körülményei, vagy a szövetszerkezet alapján ez a tulajdonság nem volt magyarázható.

Az észlelt jelenségek azt a gondolatot ébresztették, hogy ezek az acélok bizonyos körülmények között hőkezelés folyamán rideggé válnak. Minthogy minden esetben kis hőmérsékletű, úgynevezett „feszültségoldó" megeresztést alkalmaztak, az irodalom ismerete alapján arra kellett következtetnünk, hogy a megeresztési ridegség egyik kevésbé ismert fajtájával állunk szemben.

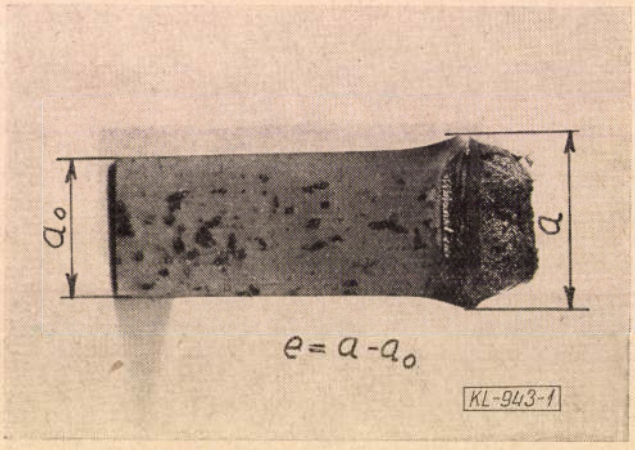
Gyanúnkat megerősíteni látszott az az üzemi gyakorlat, amely szerint a feszültségcsökkentő megeresztést néha 200—260 °C között végzik, hogy a nagyobb karbontartalom következtében keményebbre edződött alkatrészek szilárdságát az előírt határon belül tartsák. A kérdés tisztázására kísérleteket végeztünk, amelyek igazolták feltevésünket. Ezek eredményeit, továbbá a jelenség magyarázatát kívánjuk ismertetni a dolgozatunkban.

A szívósság jellemzésére elsősorban a fajlagos ütőmunkát használtuk, mint a gyakorlatban legelterjedtebb — bár teljesen konvencionális — mérőszámot. Egy próbatest-sorozat esetében megkíséreltük a *Gross* és *Stuot* [1] által javasolt, a keresztirányú expanzió értéke alapján való minősítést. Ez az expanzió az ütő-hajlító próbatesteken, a bemetszés tövében mérhető *(1. ábra)*. A szilárdsági tulajdonságok változását szakítókísérletekkel ellenőriztük.

Kísérleti anyag

Kísérleteinkhez két olyan minőségű anyagot választottunk, amelyek elridegedését magunk is tapasztaltuk. Szabványos jelük és vegyi összetételük az *1. táblázat*ban látható.

Az anyagot ⧄ 12, illetve ∅ 12 mm-re való kovácsolás után normalizáltuk és lágyítottuk, majd 0,5 mm-es köszörülési ráhagyással méretre mun-



1. ábra. Ütőpróbatest expanziója (e)

1. táblázat

Minőség	C	Si	Mn	Cr	Mo %	S	P	V	Ni	Al
BCMo 2	0,21	0,26	0,57	1,23	0,22	0,019	0,025	0,01	0,06	0,005
MnSC 2	0,36	1,41	1,02	1,28	—	0,034	0,030	0,01	0,09	0,003

káltuk. Edzés után következett a 2 órás megeresztés, az alábbi hőmérsékleteken: 180, 200, 220, 240 és 260 °C. A hőkezelt próbákat köszörüléssel munkáltuk kész méretre. (A hőkezelés hőmérséklet-értékeit a *2. táblázat* tartalmazza.)

Az ütve-hajlító próbák mérete: 10/7·55 mm; *U*-bemetszés. A szakítópróbák mérete: ∅ 6 mm, $L_0 = 5 \cdot d$. Az ütve-hajlító kísérleteket 3—3 próbával, a szakítókísérleteket 2—2 párhuzamos próbával végeztük.

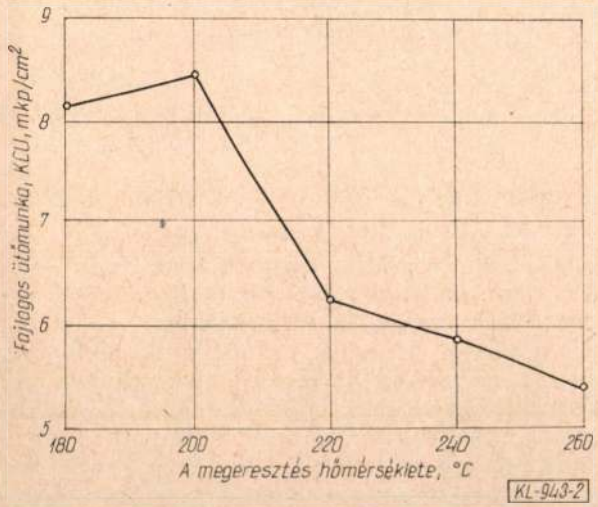
Kísérleti eredmények

„BCMo 2" minőségű acél

A szobahőmérsékleten mért fajlagos ütőmunka értékét a megeresztési hőmérséklet függvényében a *2. ábra* szemlélteti. A felrajzolt pontok a három mérés számtani középértékét jelentik és azt mutatják, kogy az optimális 200 °C-ot kevéssel meghaladva, a szívósság rohamosan csökken. Az ütőpróbákon mért keresztirányú expanzió változása *(3. ábra)* ugyancsak arra utal, hogy a 200 °C-nál nagyobb megeresztési hőmérséklet csökkenti a szívósságot.

A szívósság változását szemléltetően mutatja a törés után összeillesztett próbatestek alakja is: a 200 °C-os hőmérsékleten megeresztett próba viszonylag nagy alakváltozás után tört, erőteljesebb megeresztés után maradó alakváltozás alig észlelhető *(4. ábra)*.

Az egyéb mechanikai tulajdonságok változását az *5. ábrán* mutatjuk be. Az itt feltüntetett görbékből azt olvashatjuk ki, hogy a megeresztési hőmérséklet ebben a tartományban gyakorlatilag nem hat sem a szakítóvizsgálat eredményeire, sem a keménységre.

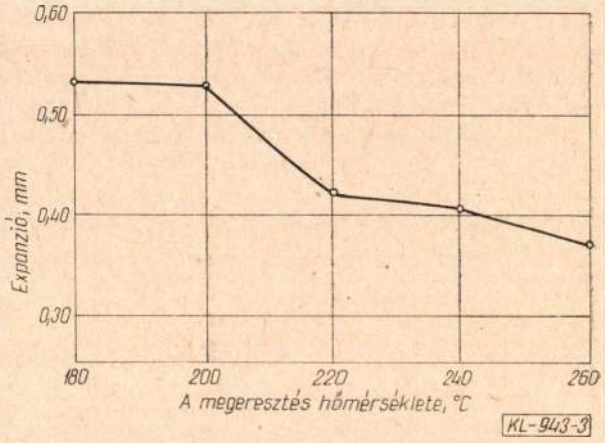


2. ábra. A fajlagos ütőmunka, BCMo 2-acél különböző hőmérsékletű megeresztése után

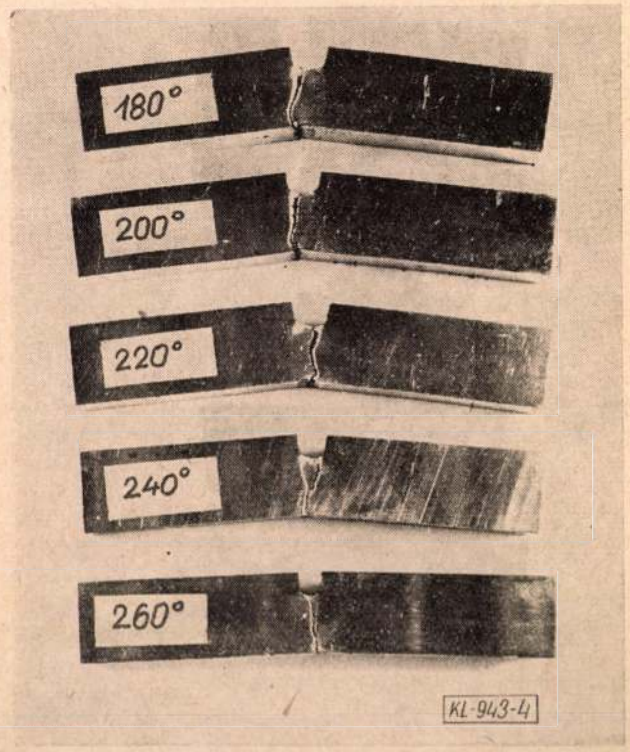
2. táblázat

Anyagminőség	Normalizálás	Lágyítás	Edzés
BCMo 2	860 °C	700 °C	850 °C/olaj
MnSC 2	860 °C	720 °C	860 °C/olaj

Feltételeztük, hogy a szobahőmérsékleten észlelt ridegség együtt jár az átmeneti hőmérséklet eltolódásával. Ennek tisztázására az ütve-hajlító



3. ábra. Az expanzió értéke különböző hőmérsékletű megeresztés után

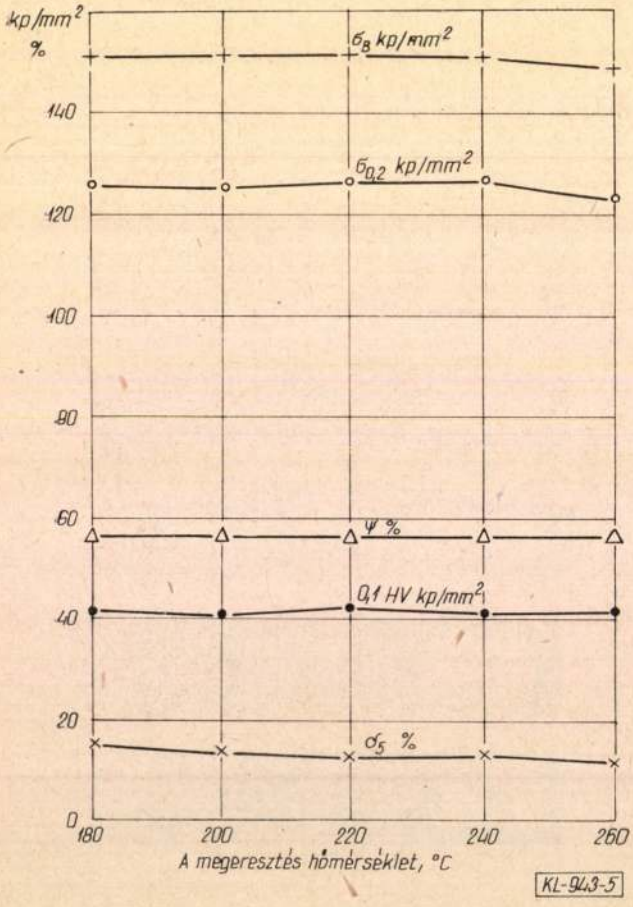


4. ábra. A hajlító-ütőpróbák alakváltozása

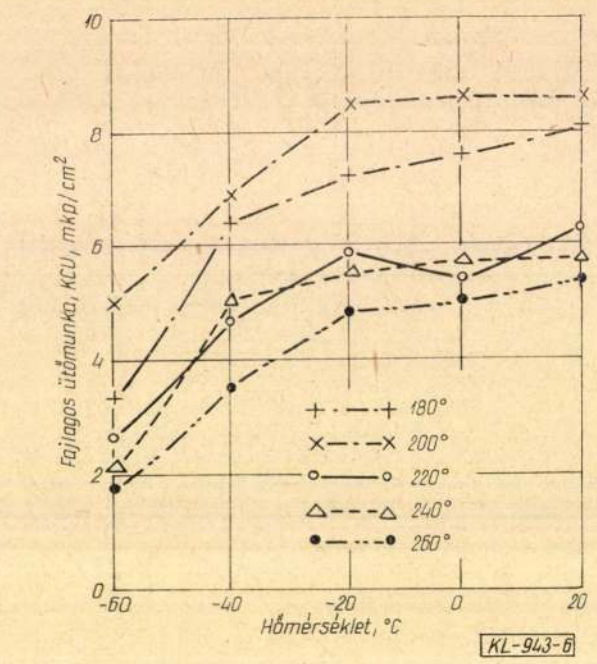
kísérleteket hűtött próbatesteken is elvégeztük; az eredményt a *6. ábrán* foglaltuk össze. Ennek tanúsága szerint a megeresztési hőmérséklet 220 °C fölé való növelésével az átmeneti hőmérséklet is arányosan emelkedik. Itt kívánjuk megjegyezni, hogy a viszonylag kisszámú próba alapján csupán a jelenség létezésére kívántunk felvilágosítást kapni anélkül, hogy az átmeneti hőmérséklet számszerű meghatározására törekedtünk volna.

"MnSC 2" minőségű acél

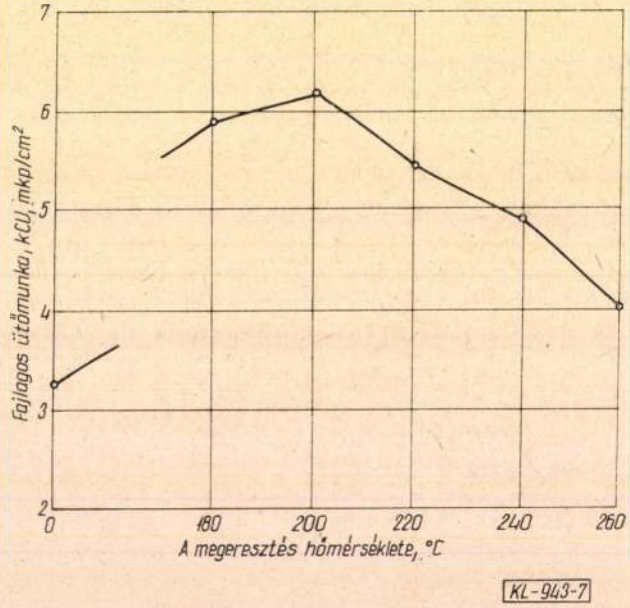
Az MnSC 2 minőségi jelű acél keménységének és fajlagos ütőmunkájának változását a megeresztési hőmérséklet függvényében a *7. ábrán* mutatjuk be. Megfigyelhető, hogy 200 °C hőmérsékletű megeresztés hatására a fajlagos ütőmunka közel kétszeresére nő az edzett állapothoz képest; nagyobb hőmérséklet viszont már rontja a szívósságot. A keménység 200 °C fölött csökkenni kezd. Nagy keménysége folytán az anyag annyira rideg, hogy a szívósság jellemzésére a keresztirányú expanzió és a maradó alakváltozással arányos hajlítási szög nem jellemző. — A nagyobb karbontartalmú acélok ridegedésének kimutatására alkalmasabb lett volna az ütve-csavaró kísérlet, mert ez jóval érzékenyebb a rideg anyagok esetében majdnem használhatatlan ütve-hajlításnál [2]. Berendezés hiányában azonban ilyen vizsgálatokat nem végezhettünk.



5. ábra. A BCMo 2-acél szilárdsági jellemzőinek változása a megeresztés hőmérsékletének függvényében



6. ábra. A fajlagos ütőmunka változása a hőmérséklet függvényében, BCMo 2-acél különböző hőmérsékletű megeresztése után



7. ábra. Fajlagos ütőmunka, MnSC 2-acél különböző hőmérsékletű megeresztése után

Az eredmények értékelése az irodalom alapján

Az elvégzett kísérletek egyértelműen azt bizonyítják, kogy a szóban forgó két acélfajta ridegebbé válik, ha martensites állapotban, 200 °C-nál nagyobb hőmérsékleten megeresztjük.

A kérdéssel behatóan foglalkozik *Schrader, Wiester* és *Siepmann* [3]. Kísérleteik eredménye röviden a következőkben foglalható össze: Egyes ötvözetlen, valamint mangánnal, krómmal gyengén ötvözött acélok edzés és ezt követő, 200 °C-nál nagyobb hőmérsékleten való megeresztés után elridegednek. Az elridegedés független a megeresztést követő hűtés sebességétől, valamint az edzőközeg-

3. táblázat

Adag jele	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Al összes %	Al fémes %
1	0,29	0,12	1,25	0,021	0,026	0,009	0,006
2	0,29	0,10	1,25	0,024	0,030	0,022	0,017
3	0,29	0,10	1,05	0,022	0,028	0,038	0,031
4	0,30	0,21	0,98	0,023	0,028	0,080	0,070
5	0,29	0,15	0,97	0,024	0,028	0,130	0,130
6	0,30	0,16	0,93	0,025	0,030	0,170	0,170

től. A hosszú megeresztési idő fokozza a ridegséget. A molibdén-ötvözés alig mérsékli a fajlagos ütőmunka csökkenését, a wolfram és vanádium hatása is elhanyagolható; viszont mintegy 2%-nál nagyobb nikkeltartalom esetén elridegedés nem lép fel.

A jelenség eredetének tisztázására röviden tekintsük át az edzett acél megeresztése során végbemenő folyamatokat. Körülbelül 100—200 °C között a martensitből epszilon-karbidok válnak ki, ami a rács torzultságának, így belső feszültségének a csökkentésével jár. Eközben a keménység kissé nő, a térfogat csökken. A gyakorlatban szokásos megeresztési idők esetén 140—280 °C hőmérséklettartományban egy további folyamat zajlik le: a maradék austenit bainitté alakul; ez térfogatnövekedést okoz. A 200 °C-ot megközelítő hőmérsékleten megkezdődik az epszilon-karbidok bomlása és a martensit átalakulása ferritté és cementitté, amit a keménység csökkenése kísér. E folyamatok során az acél ütőmunkája gyakorlatilag változatlan marad. Legfeljebb a martensitbomlás hatására némileg fokozódik a szívósság.

200 °C fölött egyes acélokban egy további átalakulás is megkezdődik: Az edzéskor keletkező, túltelített α-szilárd oldatból a nitrogén kezd kiválni és nitridek keletkeznek. Ezek hatására az acél erősen elridegedik. Alumínium adagolásával az elridegedés megelőzhető, mert ez megköti a nitrogént. A szokásos edzési hőmérsékleten oldhatatlan AlN keletkezik, ami kiválik az austenitból; ez megakadályozza a megeresztés folyamán a káros szegregációt. A ridegedés megelőzéséhez szükséges alumínium mennyiségére a *8. ábra* alapján következtethetünk, amely a *3. táblázat*ban feltüntetett acélok fajlagos ütőmunkáját tünteti fel a megeresztés hőmérsékletének függvényében. Az ábra tanúsága szerint 0,04% körüli Al-tartalom a ridegedést már csökkenti, 0,1% mennyiség pedig teljesen megszünteti. Az irodalom szerint hasonló a szerepe a titánnak is, ezzel kapcsolatos részletes kísérleti eredményekről szóló közleménnyel azonban nem találkoztunk.

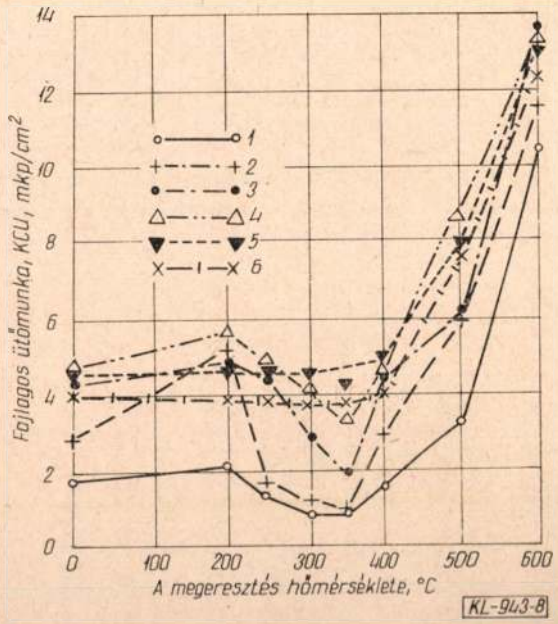
A ridegedésnek a vázolt fajtája austemperáláskor nem lép fel [4], mert ez esetben a nitrogén a karbidokkal együtt válik ki, esetleg komplex szegregátumok formájában. A karbon és a nitrogén egyidejű kiválásának mechanizmusa ma még nem tisztázott; nincs felderítve, hogy ez a két elem külön válik-e ki, vagy pedig karbonitrideket képez.

Az ismertetett, 200—400 °C között bekövetkező ridegedést élesen meg kell különböztetni a *megeresztési ridegség* néven ismert jelenségtől, amely mintegy 500 °C-ról való lassú lehűlés hatására jelentkezik. Az utóbbit nem szegregáció okozza, hanem annak a következménye, hogy ezen a hőmérsékleten hosszabb idő alatt a ferritben oldott ötvözőfémek atomjai a hajdani austenitkristályok határfelületén dúsulni hajlamosak [5]. A megeresztési ridegségnek ez a fajtája 0,5—1,0% Mo vagy 0,1—1,0% W ötvözésével megakadályozható. Úgy is elkerülhető, hogy 550 °C-nál nagyobb megeresztési hőmérsékletről gyorsan hűtjük az acélt.

A 200 °C körüli megeresztést kopásnak kitett alkatrészek, betétben edzett darabok, továbbá bizonyos fajta szerszámok esetén alkalmazzák. Amint a 2., 6., 7. és 8. ábrákból is kitűnik, az anyag szívóssága mintegy 200 °C-on maximális értéket ér el anélkül, hogy az egyéb mechanikai jellemzők változnának (8. ábra). Néha véletlenül, vagy a keménység csökkenése érdekében esetleg szándékosan 20—80 °C-al túllépik ezt a hőmérsékletet. A megeresztési hőmérséklet előírásakor és betartásakor célszerű figyelembe venni, hogy a 200—300 °C közötti megeresztés igen káros lehet. Ha nem kerülhető el — mint pl. helyileg erősen megeresztett szerszámoknál — megfelelő anyagminőség választásával kell megelőzni.

Verő J. a következőkben foglalja össze az ilyenfajta elridegedés jelentőségét [6]:

„Gyakorlati szempontból lényeges, hogy a 300 fok körüli hőmérsékleten való megeresztést lehe-



8. ábra. Az alumíniumtartalom hatása az elridegedésre [3]

tőleg kerülnünk kell; érdekes, hogy ez a megeresztési hőmérséklet már akkor is a legritkábban volt használatos, amikor a 300 fokos ridegség nem is volt ismeretes; úgy látszik, gyakorlati megfigyelések eredményeképpen jutottak arra a megállapításra, hogy az ilyen hőmérsékleten megeresztett acél tulajdonságai kedvezőtlenebbek."

Összefoglalás, következtetések

Hőkezelési kísérleteket végeztünk *BCMo 2* jelű betétedzésű, továbbá *MnSC 2* jelű nemesíthető acéllal és azt vizsgáltuk, hogy a 180—260 °C közötti megeresztési hőmérséklet hogyan hat a fajlagos ütőmunka értékére. Megállapítottuk, hogy 200 °C-nál kevéssel nagyobb hőmérséklet hatására ezek az acélok rideggé válnak és hogy csökken az átmeneti hőmérsékletük. A jelenség főleg króm- és mangánötvözésű acéloknál gyakori és alapvetően különbözik az 500 °C körül fellépő megeresztési ridegségtől. A 200—300 °C között ébredő ridegedés valószínűleg nitridkiválásoknak tulajdonítható. A hiba körülbelül 0,1% alumínium, vagy titán adagolásával előzhető meg. A molibdén- vagy wolfram-ötvözés hatástalan, a hűtés sebességének nincs szerepe. A vizsgálatok arra figyelmeztetnek, hogy a veszélyes megeresztési hőmérséklettartományt mindenképpen kerülni kell, vagy pedig megfelelő összetételű acélt kell választani.

IRODALOM

[1] *Gross, J. H.—Stuot, R. D.:* Welding Research *37* (1958) 151.
[2] *Luerssen, G. V.—Greene, O. V.:* Trans. Am. Soc. Met. *23* (1935) 861.
[3] *Schrader, H.—Wiester, J. H.—Siepmann, H.:* Archív f. Eisenhüttenw. *21* (1950) 21—31.
[4] *Klinger, L. J.—Barnett, W. J.—Frohmberg, R. P.—Troiano, A. R.:* Trans. Am. Soc. Met. *46* (1954) 1557.
[5] *Woodfine, B. C.:* JISI *173* (1953) 240.
[6] *Verő, J.:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960.

Könyvismertetés

Külföldi acélminőségek jellemző adatai és összehasonlításuk a magyar minőségekkel; Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1971. 172 oldal. Ára 340 Ft.

A Magyarországon felhasználásra kerülő acélanyagok jelentős része külföldi származású. A vaskohászati termékekkel foglalkozó szakembereknek külföldi eredetű dokumentumok honosításakor, irodalmi adatok tanulmányozásakor elengedhetetlenül szükséges, hogy a külföldi acélminőségi jeleket gyorsan értelmezhessék és a megfelelő magyar acéllal beazonosíthassák. Mind a külföldi szabványok esetenkénti beszerzése, mind pedig azok összehasonlítása a magyar előírásokkal nehézkes és időtrabló. Ezen nehézségeken igyekszik segíteni a most megjelent kiadvány.

A könyv tartalmazza a KGST államokban, valamint a Német Szövetségi Köztársaságban és Jugoszláviában szabványosított acélminőségek legfontosabb jellemzőit rendeltetésszerinti és országonkénti csoportosításban. Amennyiben a külföldi minőség magyar acéllal beazonosítható, akkor a külföldi jel mellett feltüntetésre került az azzal azonos vagy hasonló magyar minőség jele is. Külön táblázatos összeállítások lehetővé teszik ismert magyar minőségek alapján a megfelelő külföldi minőség kikeresését is.

A B 4 formátumú könyv az alábbi részekre tagozódik:

— általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acélok és hegesztett szerkezetek acéljai,
— betonacélok,
— egyéb szerkezeti acélok,
— szerszámacélok,
— korrózió- és hőálló acélok,
— öntvényacélok,
— a felhasznált szabványok jegyzéke,
— az acélminőségek tárgymutatója latin és cirill betűs összeállításban. (K. E.)

W. Fischer—G. Pateisky: **Elektrochemische Messungen an Inertgas-Sauerstoff-Gemischen.** Elektrokémiai mérések intergáz-oxigén elegyben. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen. Nr. 2154. 41 oldal 21 ábra. Westdeutscher Verlag-Köln und Opladen 1970.

A szilárd oxigén elektróddal (ZrO_2) végzett kísérletek reményt adnak arra, hogy olvadékokban és gázelegyekben az oxigén fugacitását folyamatosan mérni lehessen a kialakított elektród pár elektromotoros erejének mérésével. A mérések alapelvét tárgyalja ez a kis füzet. Főbb fejezetei:

1. A szilárd elektrólitú galvanikus lánc oxigénion vezetővel.
2. Mérések a gázkoncentrációs-ionlánccal.
— Irodalmi előzmények
— Kísérleti berendezés felépítése és kivitelezése
— Kísérleti eredmények
— Az oxigén kemoszorpciója a szilárd elektroliten és ennek jelentősége
— A szilárd elektrolit gázáteresztő képessége.

A kifejlesztett mérőcella alkalmas arra, hogy inertgázban 10^{-6} atm. parciális nyomásig meghatározzuk az oxigén tartalmat 900—1000 °C között is.

Részletes ábraanyag és irodalmi utalás teszi értékessé ezt a kis füzetet.

Dr. Pőcze László

ÉRTESÍTÉS

Értesítjük tagtársainkat, hogy április 19—20-án az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület bel- és külföldi előadókkal
„ÓNOZOTT LEMEZ GYÁRTÁSI ÉS FELHASZNÁLÁSI SZIMPÓZIUM"-ot rendez Budapesten a Technika Házában. A szimpóziummal kapcsolatban esetleg felmerülő kérdésekre felvilágosítást az OMBKE Titkársága ad. (Tel.: 311-725.)

Beszámoló konferenciáról

III. Vaskohászati Hidegalakító Konferencia

Október 12—15. között Dunaújvárosban zajlott le a III. Vaskohászati Hidegalakító Konferencia, amely 1971-ben a Vaskohászati Szakosztály második nagyrendezvénye volt. A konferencián 162 hazai résztvevő mellett az alábbi 11 ország 54 szakemberét üdvözölhettük: Anglia, Ausztria, Bulgária, Csehszlovákia, Finnország, Jugoszlávia, Lengyelország, NDK, NSZK, Spanyolország, Szovjetunió.

A konferenciát *Dr. Verő József* akadémikus, Egyesületünk alelnöke nyitotta meg, hangsúlyozva a hidegalakítás egyre növekvő szerepét a hazai iparban. Ezután a házigazda Dunai Vasmű vezérigazgatója, *Borovszky Ambrus* tartott rövid szakmai bevezetőt, kiemelve azt, hogy a Dunai Vasmű az új hidegalakító üzemek munkájának megindulásával a hazai vaskohászati hidegalakítás legnagyobb centruma lett.

A konferencia első napján csak plenáris előadások hangzottak el. *Dévényi György* műszaki igazgató a korszerű hidegalakító eljárásokról, *Mándoki Andor* pedig a hazai vaskohászati hidegalakító ágazatok fejlesztési kérdéseiről tartott nagy érdeklődést kiváltó előadást. A plenáris ülés második része egy előadássorozat volt, amelyet a gyártó és felhasználó vállalatok gazdasági szakemberei tartottak. „Hidegen alakított gyártmányaink piaci helyzetének alakulása" címmel.

A szekcióelőadások október 13-án és 14-én az alábbi 3 szekcióban hangzottak el:

Szalagacélok hideghengerlése (A. szekció)
Drót- és rúdhúzás (B. szekció)
Hideg profilalakítás és csőhegesztés (C. szekció).

Az A. szekcióban 16, a B. szekcióban 12, a C. szekcióban 11 előadás hangzott el. Az előadások témája a konferencia meghirdetésekor megfogalmazott célkitűzések köré csoportosult: a hidegen alakított gyártmányok minőségének javítása és termelésük gazdaságosságának növelése.

Az előadókat a tematikai bizottság kérte fel: jelentős részük neves üzemi szakember volt. Az előadások jellege ennek megfelelően az alábbiak szerint csoportosítható:

Konkrét intézkedések ismertetése, amelyeket az előadók munkahelyén a termelékenység és a gazdaságosság javítása érdekében végrehajtottak;
Reklámjellegű előadások újszerű berendezések és eljárások ismertetésével;
Tudományos kutatások eredményeinek ismertetése.

Az előadásokat magyarul tartották; a külföldi előadók rövid bevezetőt mondtak, majd előadásukat fordításban ismertettük.

A külföldiek számára az előadásokat német nyelven szinkron tolmácsolták. Oroszul és angolul beszélő külföldi vendégeink mellé az említett nyelveket beszélő szakembereket adtunk kísérőnek, akik gondoskodtak arról, hogy ezek a vendégeink is tájékozódjanak az előadások menetéről.

A konferencia résztvevői érkezésükkor kézhez kapták az előadások rövid (2 oldalas) kivonatát; a külföldiek számára német és orosz nyelvű kiadványokat biztosítottunk. Az előadások teljes szövegét 2 példányban kértük be az előadóktól; az előadásokból összeállított 2 kötetet az Egyesület budapesti központjában kívánjuk elhelyezni, hogy az érdeklődők könnyen hozzájuthassanak.

A konferencia szakmai programja üzemlátogatásokat is tartalmazott: a résztvevők meglátogathatták a Dunai Vasmű hidegalakító üzemeit, a székesfehérvári Könnyűfémmű hengerdéjét, és a miskolci December 4 Drótműveket. Külföldi vendégeink a Dunai Vasmű meglátogatása mellett elsősorban a mickolci kirándulást választották, ahol az üzem vezetői fogadták a látogatókat, majd szakképzett vezetőket biztosítottak, akik válaszoltak az igen nagy érdeklődést mutató külföldi látogatók feltett kérdéseire. A miskolci csoport ezután az Egyetemvárost látogatta meg, ahol *Dr. Nándori Gyula* professzor, a Kohómérnöki Kar dékánja és *Dr. Kiss Ervin* professzor, a Képlékenyalakítási Tanszék vezetője tartott tájékoztatót az Egyetem szervezetéről és a tanszékek munkájáról. Érdekes színfoltja volt az egyetemi látogatásnak az új könyvtár megtekintése, ahol az ősi selmeci múzeumkönyvtár mellett az európai színvonalú könyv- és folyóiratolvasó keltette fel látogatóink érdeklődését.

A konferencia műszaki programja mellett alkalom nyílt arra is, hogy a résztvevők kellemes környezetben, a magyaros vendéglátás örömeit élvezve, barátkozzanak és építsék kapcsolataikat. Október 12-én este a Városi Tanács elnöke adott fogadást a résztvevők tiszteletére, október 13-án pedig magyaros vacsora volt a Halászcsárdában, halászlével és cigányzenével. A hallgatóság egyharmadát kitevő külföldiek általános elismeréssel nyilatkoztak a konferencia ezen programjáról is.

Dr. Tardy Pál

Beszámoló külföldi konferenciákról

Konferenciák a méretpontos térfogatalakításról

Moszkvában 1971. szept. 28—30-án a Sztankin (Szerszámgépipari egyetem) Képlékenyalakító berendezések és technológia tanszéken az Egyetem, a Szerszámgépipari Minisztérium és az Autóipari Minisztérium szervezésében háromnapos konferencián ismertették a Szovjetunió kutatóintézeteinek és egyetemi tanszékeinek legújabb eredményeit a méretpontos térfogatalakítás eljárásainak és berendezéseinek fejlesztésében. A mintegy 150—200 résztvevő között bolgár, cseh, lengyel, német és magyar vendégek is voltak. A résztvevők számára lehetővé tették, hogy megtekintsék a Sztankin kiválóan felszerelt képlékenyalakító laboratóriumát, ahol az oktatási munkán kívül jelentős kutatómunka folyik. A mintegy 400 m² alapterületű csarnokban többek között 1000 Mp-os mechanikus kovácssajtó, 2000 Mp-os hidraulikus sajtó áll a kutatók rendelkezésére. Az oktató- és kutatószemélyzet, valamint az aspiránsok száma a tanszéken meghaladja a 50 főt. A tanszéket megalakulása óta — több mint 30 éve — *Mescserin* prof. a műsz. tud. doktora vezeti.

A Konferencián 29 előadás hangzott el a méretpontos térfogatalakítás fejlődésének irányairól, a hulladékmentes darabolási eljárásokról, a sorjanélküli süllyesztékes kovácsolásról, az alakító szerszámok korszerű szerszámanyagairól és a szerszámok méretezéséről, valamint a méretpontos térfogatalakításra alkalmas berendezésekről.

*

Zsolnán (CsSzSzK) 1971. október 12—14-én a Technika Háza, a VUTS (Brno-Képlékenyalakítási Intézet), a műszaki egyesületek kovácsolási szakosztálya és néhány gyár szervezésében ugyancsak méretpontos térfogatalakításról tartottak konferenciát, ahol a kb. 120—150 fő résztvevő között német (NDK és NSZK) és magyar vendégek is voltak. A Konferencia keretében 21 előadás hangzott el és két üzem megtekintését is lehetővé tették. A konferencia előadásait könyvalakban is megjelentették. Magyar előadás is elhangzott (*Vas Iván* GTI: A rúddarabolás fejlesztésének eredményei a Magyar Népköztársaságban). Az előadások közül igen érdekesek voltak többek között: *G. Hoffmann:* Az indukciós hevítőberendezések gyártásának helyzete az NDK-

ban; *I. Tenora:* Letekercselő-, egyengető-, tisztító-, redukáló-berendezés csavar- és anyasajtoló automatákhoz, melegen hengerelt tekercselt huzal felhasználásának biztosítására; *D. Zajac:* Darabolás kovácsoláshoz a PS gyárban Rajecban; *A. Kovác:* Sorjanélküli méretpontos kovácsolás a PS gyárban Rajecban és *J. Buocik:* A méretpontos kovácsolás szerszámainak konstrukciója és élettartamuk a PS gyárban Rajecban.

Az előadások címéből is látható, hogy a rajeci gyárban (Povazské strojarne prevadzka Rajec nad Rajčiankou), amelynek megtekintését is lehetővé tették, korszerű süllyesztékes kovácsolási technológiát honosítottak meg. A robogó alkatrészeket gyártó üzemben mindössze két süllyesztékes kovácsoló gépsor működik, ezeken azonban kizárólag sorjanélküli süllyesztékes kovácsolás folyik. Az egyik gépsor: indukciós hevítőberendezés és 630 Mp-os mechanikus kovácssajtó; a másik indukciós hevítőberendezés, excenter sajtó a kiinduló rúddarab lapítására és KIH-2 típusú sabotnélküli süllyesztékes kalapács. A KIH kalapácsok a cseh kovácsológépipar legújabb termékei, amelyek komoly figyelmet érdemelnek. A gyártott kovácsdarabok 0,3—2,0 kp közöttiek, szokatlanul bonyolultak, a kész alkatrész alakját és méreteit nagyon megközelítik.

Sajnálatos, hogy a magyar kovácsszakemberek számára is nagyon érdekes kérdéseket tárgyaló konferenciákon mindössze 1—1 magyar szakember volt jelen.

Vas Iván

A Francia Kohászati Egyesület 1971 őszi kohászati konferenciája

A konferencia helye Páris, időpontja 1971. szeptember 27—október 1. volt.

A konferencia minden előadását a Conservatoire National des Arts et Métiers palotában tartották.

Az előadások nyelve a francia volt és ezt nem fordították semmilyen idegen nyelvre.

A lebonyolítást minden tekintetben az egyszerűség jellemezte; a programot és az előadások összefoglalóját kapták kézhez a résztvevők. Kifogásolható volt, hogy több esetben nem vették figyelembe a várható érdeklődést és így megesett, hogy egyes elvont részlettémák viszonylag nagy előadótermében alig volt hallgatóság, ugyanakkor sokan nem jutottak be pl. a hőkezelésről és hegesztési problémákról szóló előadásokra, mert azokat kisebb helyiségekben tartották.

A konferencia résztvevői a következőképpen oszlottak meg országok szerint:

francia 671, belga 14, svájci 12, olasz 8, osztrák 4, lengyel 3, 2—2 angol, argentín, csehszlovák és holland, 1—1 izraeli, luxemburgi, portugál, spanyol és magyar.

Az előadásokról

Fő témakörök voltak:

— A fémek fizikája
— A fémek és ötvözetek alakítása
— A fémek alkalmazása az építésben és a közmunkákon.

Ezekben összesen 181 előadás hangzott el szakmai részterületeken és 5 előadás plenáris ülésen. A témák közül a fémek fizikája az összes előadásnak kb. felét tette ki, a pontszerű hibák, a kiválások és főleg a diffúzió területére tagozódva. A diffúzió vizsgálatának és technikájának új módszerei, a diffúzió a szemcsehatárokon, a diffúzió törvényeinek alkalmazása a felületkezelésben és hőkezelésben, szerepeltek legtöbbet, valamint a kiválások okozta keményedés az acélokban, és az egyéb tulajdonságok vizsgálata acélokban, nikkel, kobalt és alumíniumötvözetekben.

Általában jellemző volt, hogy egy-egy területen a kutatómunka legapróbb részleteit ismertették az előadók. Ebből, és az előadások rövid (kb. 15 perces) tartalmából következik, hogy szinte minden esetben egy-egy egész szűken vett területen, de mélyen hatoltak az anyagba. Ezért az előadások anyagát — véleményem szerint — elsősorban az intézeti és vállalati *kutató* szerveknek kell tanulmányozniok és a technológiával, valamint gyártmányfejlesztéssel együtt javaslatot tenniök a hazai gyakorlati hasznosításra. Ez a megállapítás érvényes az acélok, valamint egyéb fémek (nikkel, vanadium, urán, molibdén, niobium, kobalt stb.) és ötvözeteik egyes tulajdonságait tárgyaló, szintén a fémfizika körébe tartozó előadásokra is.

Az alakítás tárgyköre már lényegesen kisebb teret kapott a konferencián, 16 előadásban foglalkoztak vele.

A nagyszilárdságú és -folyáshatárú, folytatólagos soron hengerelt acélszalagokról szólt az egyik, a DV figyelmébe ajánlható előadás, amely a hengerlés és tekercselés körülményeinek befolyását taglalta.

Értékes, a gyakorlatban hasznosítható tapasztalatokról számolt be az az előadás, amely V és Nb-mikroötvözésnek a szerkezetre gyakorolt hatását ismertette. Szabályozott meleghengerlés közben vizsgálták a termék szövetszerkezetét úgy, hogy meg-megszakították az alakítást.

Érdekes és — üzemi méretekben történt igazolása folytán — hasznosítás szempontjából egyben értékes is az a szimulációs vizsgálati módszer, amely különleges, ciklikus melegtórziós próbákkal állapítja meg a kovácsolhatóságot és lehetővé teszi az eredmények áttételét a meleghengerelhetőség elbírálására.

A fémek alkalmazása az építésben; e témakörben meglepő módon nem szerepelt az acél, mint a könnyűszerkezetes építésmód fontos anyaga; pontosabban, nem a hengerelt termékfajták (tehát pl. szélestalpú gerendák, hajlított idomok stb.) szempontjából vizsgálva tárgyalták az előadók, hanem a rozsdaálló acélok helytállását, azok mechanikai tulajdonságai tekintetében és az exomorfikus korróziós jelenségek szempontjából. Ez utóbbi alatt azokat a korróziós jelenségeket értik, amelyek nem az acéllal velejáró, hanem egyéb tényezőktől függnek. — Az alumínium alkalmazásával az építészetben is foglalkozott egy előadás, visszatekintő bevezető után vázolva az Al mostani nagy jelentőségét és perspektíváit ezen a területen. — Jellemző a széleskörű témaválasztásra, hogy a sejtbetonról is elhangzott egy referátum, mert alumíniumporral érik el közvetve a likacsosságot és ezzel az értékes tulajdonságokat, a kis térfogatsúlyt, jó szigetelést stb. a sejtbetonban.

A jelentésemhez csatolt könyvecske az összes előadások címét és azok legtöbbjének rövid kivonatát is tartalmazza.

A jelentősebb témájú előadások egyébként a Revue de Métallurgieben, vagy a Mémoires Scientifiques de la Revue de Métallurgie-ben folyamatosan megjelennek.

Temesszentandrási Guidó

Nemzetközi tandem konferencia

A konferencia helye Ostrava, Csehszlovákia, időpontja 1971. október 10-21. volt.

A nemzetközi tandem eljárás konferenciát egyrészt az Ostravai NHKG Kohászati Kombinát 20 éves fennállása alkalmából, másrészt a Csehszlovákiában, 2 acélműben 1967 óta felépített, összesen 6 db tandem kemence konstrukciós és üzemeltetési tapasztalatainak összegezése, illetőleg kiértékelése céljából rendezték meg.

A nemzetközi konferencián a szocialista országokból — a 4 tagú magyar delegáción kívül — szovjet, lengyel, NDK, román és jugoszláv szakemberek, a tőkés országokból svájci, NSZK, francia, osztrák és brazil küldöttek voltak jelen.

A konferencia első két napján összesen 15 előadás hangzott el, a harmadik napon került sor a tandem kemencék megtekintésére a Kuncicei NHKG (3 db 2×200 tonnás egység) és a Vitkovicei VZKG (3 db 2×70 tonnás egység) SM acélművében.

Az előadások tárgyköre az alábbi fő témákra volt bontható:

1. A tandem kemencék betétanyagai, metallurgiája, a bennük gyártott acélminőségek jellemzése.
2. A tandem kemencék szerkezete, felépítése, áramlási viszonyai, tűzálló falazata és oxigén lándzsái.
3. A tandem eljárás műszeres irányítása és folyamatszabályozása.
4. A tandem eljárás gazdaságossága.

Az előadásokat túlnyomó többségben az NHKG és a VZKG Kohászati Kombinátok szakemberei tartották. Külön említést érdemel a Maerz cég igazgatójának elő-

adása, a tandem kemencék szerkezetéről és hőgazdaságáról, továbbá a Cserepovec-i (SZU) tandem kemencéről szóló szovjet, a Krakkói Huta Leninában működő tandem kemencéről szóló lengyel és a különböző acélgyártó eljárások gazdaságosságát összehasonlító, *Dr. Herrmann Schenk* (NSZK) professzor által előadott hozzászólás.

A tandem eljárás minden fontos műszaki és gazdasági részletére kiterjedő előadások, hozzászólások és az üzemlátogatások összegezése képpen a tandem eljárás jelenlegi állását, műszaki és gazdasági célszerűségét az alábbiakkal lehet jellemezni:

A tandem kemencék 2 egymással összekötött, de külön-külön buktatható munkatérből állnak. A buktatható kivitelre azért van szükség, mivel az acélfürdő mélyen (200 t-ás kemencénél 1150 mm-re) az ajtóküszöb alatt van az intenzív oxigénfúvás folyamán bekövetkező, erős salak felhabzás miatt. Ezért a salakolás nem buktatható kivitel esetén nem oldható meg. Ha nincs szükség salakolásra, akkor a tandem kemence álló kivitelben is elkészíthető, ilyenkor azonban a csapolónyílásbontás jelentősen csökkentheti a kemenceteljesítményt.

A boltozat és a fürdő közötti távolságot — SM kemencéhez viszonyítva — szintén lényegesen meg kellett növelni a boltozat gyors elhasználódásának megakadályozása végett. (200 t-ás kemencénél a fürdőszint és a boltozat közötti távolság kb. 4,5 m.)

A tandem kemencének különösen a keresztmetszete hasonlóvá vált az oxigénes konverterek alakjához.

A tandem kemence munkaterében fázis eltolással folyik az acélgyártás: amíg az egyik munkatérben az oxigénes frissítés folyik, a másik munkatérbe beadagolják a hulladékvasat és egy külön erre a célra szolgáló oxigén lándzsával elégetik a frissítő munkatérből átáramló CO-t, ilyen módon előmelegítik a hulladékvasat. Ha a frissítő munkatérben az adag elkészült lecsapolják és a ciklus a két munkatér között felcserélődik.

A CO gázok elégetése az előmelegítő munkatérben a hőtechnikai számítások szerint 40% feletti hulladékvas betét alkalmazását teszi lehetővé. A gyakorlatban azonban ennél kisebb hulladékvas betétet alkalmaznak: NHKG 35%, VZKG 25—30%.

A tandem kemencéket mind Csehszlovákiában, mind Lengyelországban buktatható SM kemencék pótlására építették a termelés növelése érdekében.

A tandem kemencék előnyei az alábbiakban foglalhatók össze:

1. A tandem kemencék építésével az SM kemencékhez képest lényegesen nagyobb termelékenységű, tisztán oxigénes acélgyártási technológia vezethető be meglevő SM acélművekben. A tandem kemencék ugyanolyan berendezésekkel és csarnokokkal szolgálhatók ki, mint az SM kemencék.

Fenti körülmény következtében olyan SM acélműben, ahol megfelelő kiszolgáló kapacitás áll rendelkezésre az adagoló és öntő oldalon a termelés viszonylag kis beruházási összeggel növelhető a megnövelt termelési szinthez szükséges kemence egységek számának esetleges egyidejű csökkentése mellett. Jó példa erre a Kuncicei NHKG SM acélműve:

Ebben az 1950-es évek második felében épült, viszonylag új üzemben eredetileg 10 db SM kemencével (6 db 400 t-ás, 4 db 200 t-ás egység) sem tudták a betervezett, kb. 3 millió t/év termelési szintet elérni elsősorban azért, mert a 10 egységből álló kemenceparkon belül az 5 db 400 t-ás, buktatható SM kemence termelési szintje nem érte el a betervezett értéket. A probléma megoldását 3 db 2×200 t-ás tandem kemence megépítése jelentette 3 db buktatható, 400 t-ás SM kemence helyén. Egy további 400 t-ás buktatható SM kemencét le lehetett bontani, az 5. helyére pedig egy álló 230 t-ás Maerz-Boelens kemencét építettek.

A fenti átépítés után 10 helyett 8 kemenceegységgel (3 db 2×200 t-ás tandem + 5 db 230 t-ás Maerz-Boelens kemence) 1971-ben túl tudják szárnyalni a 3 millió t/év termelési szintet. Ebből az évi termelésből több mint 2 millió tonnát a tandem kemencékben állítanak elő.

A 3 db tandem kemencéből 2 kemence üzemel állandóan kb. 130 t/óra átlagteljesítménnyel. A harmadik kemence átépítés alatt, vagy készenlétben áll. Egy kemencekampány jelenleg kb. 12 napig tart. Naponta egy tandem kemence mindkét munkateréből kb. 15 adagot csapolnak. Az egy kampányban a tandem kemence 2 munkateréből legyártott adagok száma fentiek alapján 180—230-nak adódik. A tűzálló téglafogyasztás kb. 16 kg/t bázikus tégla.

A tandem eljárás további előnyei:.

2. A tisztán oxigénes technológia és ezzel járó lényegesen kisebb füstgáz mennyiség következtében kb. 1/3 nagyságú porleválasztó berendezésre van szükség, mint oxigénes intenziválású, hasonló kapacitású SM kemencék esetében. Mind az NHKG, mind a VZKG tandem kemencéihez osztrák gyártmányú, Wágner-Bíró rendszerű, nedves venturi tisztítók vannak beépítve. Ezek a berendezések igen jó (99% feletti) porleválasztási hatásfok mellett a tandem eljárás lebonyolításához megfelelő huzat tartalékot is biztosítanak.

3. A tandem kemencének SM kemencékhez viszonyított nagy termelékenysége következtében az acél önköltsége kisebb, mint az SM eljárásnál, elsősorban az időarányos, állandó költségek csökkenése következtében. Az ebből adódó önköltség csökkenés az NHKG 230 t-ás, Maerz-Boelens kemence költségszintjéhez viszonyítva kb. 18 Ft/t.

A tandem kemencék építését, illetőleg alkalmazását a fentebb összefoglalt előnyök mellett az alábbi hátrányok korlátozzák elsősorban LD konverterek építésével, illetőleg alkalmazásával összehasonlítva:

1. Az eljárás gyors lefolyásához viszonyítva lassú a bázikus salakképződés. Ugyanis a tandem eljárásnál hiányzik az LD konvertereknél alkalmazott salakképző anyag csúzda, amellyel fúvatás közben, a legmegfelelőbb időpontban és a legmegfelelőbb helyre lehet adagolni a salakképző égetett meszet. Ennek hiányában, a hulladékvas tetejére, SM kemence berakó gépekkel adagolt égetett mész a nyersvas beöntés után, az oxigénes fúvatás első szakaszában viszonylag lassan oldódik föl. Az oldódást lassítja a tandem kemence LD konverterekhez viszonyított lényegesen nagyobb fürdőfelülete is.

Fentiek következtében a tandem kemence salakzónáját, valamint első és hátsó falát a fuvatás első szakaszában agresszív, savanyú salak támadja és erodálja. Az elhangzott előadások alapján ez a körülmény a főoka a tandem kemencék viszonylag kis tartósságának.

A kemencetartósság javításának céljából elsősorban a bázikus tűzállóanyagok tömörségének növelésére van szükség, ezenkívül javulás várható kátránnyal átitatott magnezit téglák alkalmazásától is.

2. A tandem kemencék SM kemencéhez viszonyított nagy termelő képessége, de rövid élettartama miatt az acéltermelés ütemessége megkívánja, hogy amennyiben egy meglevő SM acélműben — korszerűsítés keretében — az SM kemencék pótlására tandem kemencét építenek, rövid időn belül legalább 2 db tandem kemence építésére kerüljön sor. Igen hasznos tanulsággal szolgál erre vonatkozóan a lengyelországi Huta Lenina SM acélműve, ahol eredetileg 3 db 400 t-ás buktatható SM kemence működött. 2 db SM kemence helyére 1 db 2×200 t-ás tandem kemencét építettek, amely 150 t/ó teljesítménynyel, azonban viszonylag igen rövid élettartammal üzemel. (1 kampány időtartama kb. 10 nap.) Emiatt a kemence javítása idején zavarok keletkeznek a hengermű anyagellátásában annak ellenére, hogy az említett lengyel kohászati kombinát LD acélművel is rendelkezik.

A tandem eljárás jelenlegi helyzete az alábbiakban foglalható össze:

1. Csehszlovákiában az elmúlt 4 év folyamán mind kemencekonstrukció, mind üzemeltetési technológia szempontjából sikeresen kifejlesztették a buktatható tandem kemencés eljárást.

2. A buktatható tandem kemencékben mind csillapítatlan, mind csillapított acélok megfelelő minőségben, tisztán oxigénes technológiával, az SM kemencékhez viszonyítva kb. kétszeres teljesítménnyel gyárthatók.

3. A tandem kemencéket elsősorban buktatható SM kemencék helyettesítésére, meglevő SM acélművekben célszerű építeni, ahol egyúttal a többtermeléshez megfelelő kiszolgálási kapacitás áll rendelkezésre az adagoló és öntő oldalon. Ilyen esetben az acélmű termelési kapacitása viszonylag kis beruházási költséggel növelhető és önköltsége csökkenthető.

4. A Szovjetunióban, Cserepovecben 1965 óta sikeresen működik egy 600 t-ás SM kemence helyére épített 2×300 t-ás, tandem kemence. (Évi termelése kb. 1 millió tonna.) Az itt alkalmazott technológia nem tisztán oxigénes és a gyártható acélok választéka kotlátozottabb, mint buktatható tandem kemencék esetében.

5. A tandem eljárás alkalmazása mellett — ugyanazon termelési szinthez — kb. 1/3 nagyságú porleválasztó berendezésre van szükség, mint SM kemencék esetében.

6. A tandem eljárás bevezetése esetén — a termelés ütemességének biztosítása érdekében — legalább 2 tandem kemencét célszerű építeni.

7. A tandem eljárás jelenleg fennálló fő hiányossága a viszonylag kis kemence tartósság (rövid, 12—15 napos kampány), amelynek fő okozója az oxigénes fuvatás közben, viszonylag későn képződő, bázikus salak.

Csépai Dezső

Nemzetközi szeminárium a bányász-kohász oktatásról

A Bányász-Kohász Hallgatók Nemzetközi Szövetsége (az *International Federation of Mining and Metallurgical Students = IFMMS*) 1971. november 2—6 között szemináriumot rendezett a norvégiai *Trondheim*-ben. A Norvég Műszaki Főiskolán működő IFMMS-tagszervezet, a *Bergstuderendes Forening* meghívására, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem KISZ Bizottsága és az OMBKE közös kiküldetésében a magyar bányász-kohász hallgatókat mi képviseltük a rendezvényen. Az ötnapos szeminárium fő célja az volt, hogy a különböző európai országokban tanuló bányász-kohász hallgatók ösztöndíjviszonyait, tanulmányi rendjét, képzési irányait és az ifjúság sajátos problémáit a résztvevők kölcsönösen megismerjék. Az összejövetelen Svédország, Anglia, Hollandia, Franciaország, Finnország, Nyugat-Berlin és Jugoszlávia képviseltette magát hivatalos delegációval.

A norvég mérnökképzés központja *Trondheim*, ez az Oslotól 500 kilométerre északra fekvő, 100 000 lakosú város. Norvég körülmények között enyhe éghajlatúnak számító, főleg faházakból álló tengerparti település ez, jelentősebb ipari létesítmények nélkül. A szeminárium alkalmából ott tartózkodó diákok miatt különösen, de ettől függetlenül is a jellegét főként oktatási intézményei határozzák meg.

A *Norvég Műszaki Főiskolán* 7 kar keretében folyik az oktatás (építész, bányász-kohász, kultúrmérnök, elektrotechnikai, vegyész, gépész és műszaki fizikai karokon). A főiskola hallgatói létszáma mintegy 3000, ebből a bányász-kohász karon tanul kb. 500 fő. A bányász-kohász karon belül három szak van: a bányász, a kohász és a geológus. A bányász szak bányaművelő és bányaépítő, a kohász szak fémtani és metallurgiai ágazatokra tagozódik tovább. Tanterveiket a következők jellemzik:

1. Az első két évben alaptárgyakat oktatnak (matematikát, fizikát, mechanikát, kémiát, elektrotechnikát, gazdaságtant).

2. A harmadik és negyedik évben következnek a szaktárgyak. Ezek túlnyomó része egy-egy szaktanszék kezelésében van. A szakirányoknak megfelelően két kohász szaktanszék működik, a fémtani és a metallurgiai. A többi — nálunk kötelező — tantárgy fakultatív (gépelemek, áramlástan, képlékeny alakítás, tüzeléstan, automatika, szerves kémia, operáció-analízis, hegesztéstechnika). A heti óraszám általában nem haladja meg a 30-at.

3. Az ötödik tanulmányi évben a diplomatervüket készítik el a hallgatók; kötelező órarendi elfoglaltságuk eközben nincsen.

Tanulmányutunk folyamán meglátogattuk a Főiskola Metallurgiai, Fémtani, Talajmechanikai és Geológiai Tanszékét. E tanszékek felszereltsége a mienknél általában nem jobb. Kutatási programjaik többnyire konkrét ipari feladatokhoz kapcsolódnak és a műszerállományt is a megoldandó problémák jellege határozza meg.

Előadásokat hallgattunk Norvégia új fejlesztési irányáról, az Északi tengerben levő olajlelőhelyek kiaknázásáról. Megtekintettük a Sundalsöre-i alumíniumkohót. A gyár egy fjord partján, egy vízierőmű szomszédságában fekszik. Az olcsó vízi szállítás és elektromos energia rendkívül gazdaságossá teszi a termelést; annak ellenére, hogy a timföldet tengerentúlról szállítják ide. Egy kilogramm alumínium önköltsége 2 Nkr (norvég korona), a világpiaci ára pedig 2,8 Nkr. Az üzemben minden anyagmozgatási művelet és az anódgyártás is teljesen automatizálva van.

A szeminárium lehetővé tette, hogy a különböző országok bánya- és kohómérnök képzési módszereit összehasonlíthassuk. Ezek a tapasztalatok a magyar mérnökképzés korszerűsítésében minden bizonnyal felhasználhatók. Az IFMMS-el való együttműködés ezért feltétlenül hasznos; a kölcsönös tapasztalatcseréket lehetőségeink szerint napirenden kellene tartani.

1972 folyamán a hollandiai Delft-ben és a jugoszláviai Ljubjanában kerül sor hasonló összejövetelre. Javaslatunk alapján itt szakmai előadásokkal, tudományos diákköri dolgozatokkal hazánk is részt fog venni. Úgy hisszük, hogy a magyar bánya- és kohómérnökhallgatók ezen a fórumon is bizonyíthatják majd felsőoktatásunk általánosan elismert, magas színvonalát.

Dr. Bárczy Pál—Dr. Janositz János

Vaskohászati Napok Düsseldorfban

Az „Eisenhüttentag '71" 1971. november 4—5-én zajlott le Düsseldorfban. A konferenciát megelőző napon a VdEh székházában rendezték meg a vaskohászati egyesületek küldötteinek kerekasztal megbeszélését, melynek fő témái a következők voltak:

1. Az 1974-ben Düsseldorfban megrendezésre kerülő nemzetközi metallurgus konferencia.
2. Környezetvédelem a vaskohászati üzemekben.
3. Európai dokumentációs és szabadalom központ.
4. A vaskohászati felsőoktatás és a továbbképzés.

A vitában az NSZK Vaskohászati Egyesületét képviselő *Kegel* és *Dr. Treptow* kollegákon kívül az angol egyesületet képviselő *Post*, a norvég *Ridderwold*, az osztrák *Trenkler*, az olasz *Palazzi*, a magyar *Nagy Zoltán* szólt a problémákhoz.

A magyar és lengyel kollégáknak alkalmuk volt rövid látogatást tenni a Max-Planck Institut-ban és a Vaskohászati Egyesülethez tartozó „Betriebsforschungsinstitut"-ban (Üzemi Kutató Intézet). Míg az előbbi teljesen alapkutatás-jellegű problémákkal foglalkozik, az utóbbi csak az ipar számára közvetlenül felhasználható kutatásokat folytat. A BFI néhány éve működő intézmény, 140 összlétszámmal és 7 mDM évi költségvetéssel.

A főbb kutatási irányai:

a) Berendezések és eljárások vizsgálata
b) Méréstechnika és mérési eljárások
c) Gyártási folyamatok automatizálása
d) Adatfeldolgozás a kutatás és a dokumentáció számára
e) Műszaki-üzemgazdasági vizsgálatok
f) Környezetvédelem és ergonómia
g) Az acél alkalmazásának egyes kérdései

Különösen érdekes az a munka, melyet az adatbank végez. Ennek az acél- és vasanyagokkal foglalkozó területén például az összes szabványos acél- és vasfajták mechanikai, fizikai és technológiai tulajdonságainak előírt értékeit, valamint az üzemek részéről megadott, és az irodalomban megtalálható tényleges értékeket táplálják be a számító központban. A betáplált adatok alapján ki tudják választani egy kérdéses felhasználási cél kívánalmainak megfelelő acéltípust. Egy másik érdekes problémakör a világon dolgozó acélművek műszaki és gazdasági adatainak feldolgozása úgy, hogy azok a tervezés és a gazdasági számítások megkönnyítésére és objektívebbé tételére rendelkezésre állnak az érdeklődők számára.

A BFI új épületei egyébként példamutatóak a korszerű acélfelhasználás tekintetében is. Az acélszerkezetes épület négyzetes szelvényű, légköri korrózióálló acélból készült, dekoratív tartóoszlopait és egy tároló tartályt vízzel töltötték fel. Tűz keletkezése esetén a zárt rendszerben természetes vízkeringés indul meg, amely kiküszöböli a szerkezet helyi káros túlmelegedését. Szá-

mításaik szerint az ilyen acélszerkezet 5 emeletnél magasabb épületekre már gazdaságosabb, mint a hagyományos tűzálló burkolattal ellátott acélszerkezet.

„Vaskohászati Napok '71" négy csoportban tartotta meg szakmai előadásait.

Az első csoport témája a nyersvas és acélgyártás, valamint a kohászati alapanyagok szállításának néhány kérdése volt. A nagyolvasztó gazdaságosságának javítását többek között nagy mennyiségű (100 kg/t nyersvas) olaj befúvatásával és 1300 °C fúvószél hőmérséklet biztosításával lehet elérni, amikor is 350 kg/t kokszfogyasztás elérhetőnek látszik. A redukciós gázoknak (krakkolt földgáz) befúvatása jelentős termelékenység növelést biztosíthat.

A kohászati anyagok szállításának új megoldási módját jelentheti az „integrál-út" koncepció. Ezen terv szerint a tengeri kikötő és tárolóhelyet a Ruhr-vidékkel magas oszlopokon álló nagy átmérőjű csővezeték kötné össze. A csőben szállítószalag kokszot, ércet továbbítana, 4 m/sec sebességgel, míg a felette és alatta levő kisebb átmérőjű csövekben olaj, gáz, víz stb. áramlana rendeltetési helyére. A nagyméretű cső alatti függőpályán konténer mozogna 50 km/h, valamint személyszállító kabinok 500 km/h sebességgel. A szerkezet felső részén nagyfeszültségű vezeték nyerne elhelyezést.

A folyékony acél vákuumozása terén tovább haladnak a már évekkel ezelőtt megkezdett úton. Egyre több metallurgiai feladatot bíznak a vákuumozó berendezésre, egyben növelve ezzel az acélgyártó berendezés kihasználását, teljesítőképességét. Új irány a nagy krómtartalmú acélok oxigénnel, vákuumban levezetett exoterm frissítése, melynek révén 1620 °C-ról indulva 0,30—0,50% C-ról 0,02% C alá lehet jutni Cr-veszteség nélkül.

A második csoport a melegalakítás problémáival foglalkozott, ezen belül tartósor számítógépes optimalizációja, a hengerlési körülmények hatása széles-szalag hengermű hengereinek és a szalagnak felületére, valamint hengerelt áruk kikészítése szerepelt a programban.

A konferencia harmadik csoportja a környezetvédelem kérdéseivel kapcsolatos előadásokat hallgathatta meg, míg a negyedik csoport a kohászati berendezések néhány műszaki kérdését tárgyalta.

Az ötödik csoport hallgatósága a különleges olvasztó eljárások és az anyag problémáival ismerkedett. *Wahlster*, áttekintése során bemutatta az új 160 t-s, négy elektródás elektrosalakos átolvasztó berendezést is, mely a Röchling-acélműben már működik.

Plöckinger akadémikus többek között a szerkezeti acélok elektrosalakos átolvasztásának előnyeit támasztotta alá adatokkal. Az átolvasztással csökken az acél oxigéntartalma, és főleg keresztirányban javul a szívóssága.

Igen nagyszilárdságú nemesíthető szerkezeti acélokra is sikerült 0,9—1,0 közti kereszt- és hosszirányú szívósságérték arányt elérni.

Fandak előadásában a szerszámacélok és a golyóscsapágyacélok minőségének a különleges átolvasztó eljárásokkal elérhető javítását taglalta. Rámutatott arra, hogy az ilyen módok valamelyikével átolvasztott acél az acélfelhasználó számára nagyobb teljesítményt, illetve élettartamot biztosít a gyorsacélok, ledeburitos szerszámacélok, melegszerszámacélok és golyóscsapágyacélok területén. Ehhez járul az egyenletesebb méretváltozás és az edzési repedésre való kisebb hajlandóság előnye is.

Spitzer a korrózióálló acélok és a nagymelegszilárdságú anyagok előállításának új irányait elemezte, Megállapította, hogy az átolvasztó eljárásokkal sok olyan anyag gyártását sikerült megoldani, melyeket hagyományos módszerekkel egyáltalán nem lehetett előállítani. Kiemelte a „szuperferrit"-ek nagy jelentőségét. Ezek az ötvözetek 26—30% Cr-t, 2% Mo-t és 0,002% C-t tartalmaznak és meleg salétromsavas folysavas közegben korrózióállóságuk megegyezik a Cr-Ni-Mo ötvözésű austenites acéléval.

A német kohászati egyesület díszülésén elhangzott előadások között *Kaup* a nyersanyagellátás néhány problémájával foglalkozó áttekintését kell kiemelni. A fejtegetés gyújtópontjában az önköltség állt. Így megtudhattuk, hogy a nyugatnémet vaskohászatban az 1969 derekán bekövetkezett 60%-os kokszolható szén- és kokszáremelkedés a nyersvas önköltségének erős módosulásához vezetett annak ellenére, hogy a fajlagos kokszfogyasztás csökkent. A nyersvas önköltségében az ércbetétre jutó hányad az 1960. évi 40,8%-ról 1971 márciusában 33,7%-ra csökkent, míg a tüzelőanyagköltségek hányada ugyanezen időszakban 26%-ról 32,9%-ra nőtt. Ezért a nyugatnémet vaskohászat erősen érdekelt a koksz helyettesítésében olajjal, vagy krakkolt gázzal, valamint a közvetlen redukciós eljárások fejlesztésében.

A „Vaskohászati Napok '71" keretében lebonyolított társadalmi rendezvények jó alkalmat adtak arra, hogy a magyar résztvevők eszmecserét folytathassanak a gondos házigazdákon kívül az osztrák, norvég, svéd, angol, francia, olasz, spanyol, lengyel és japán kohászokkal.

Egész Düsseldorf-i tartózkodásunkra rányomta bélyegét a nyugatnémet acélipar jelenlegi „nagy gondja"; a meglevő acéltermelő kapacitásokat nem tudják rendelésekkel teljesen kihasználni. Így további munkaidőcsökkentésre is sor került az acéliparban, mely a márka felértékelésével kapcsolatban külföldi rendeléseinek egy részét elvesztette, a feldolgozó ipar pedig részben olcsóbb acélt importál.

Utunk tapasztalatai alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

1. Igen célszerű volna a BFI adatbankjával való kapcsolat kialakítás, mely a VASKUT, a KGMTI és a MSzH jövőbeni munkájának korszerűsítéséhez nyújtana segítséget.

2. Hasonlóan előnyös volna a dokumentációs központ munkájába bekapcsolódás.

3. A környezetvédelem területén folyó munkában részvétel főleg az ésszerű előírások, illetve korszerű mérési módszerek megismerése révén segíthetné elő a hazai fejlesztőmunkát.

4. A nemzetközi konferenciák előkészítésében célszerű részt vállalni.

5. A nyugateurópai kohászati felsőfokú oktatás és továbbképzés formáit és reformjait érdemes figyelemmel kísérni.

Dr. Kiss Ervin, Szőke László, Latinák István

Értesítés a tisztújító küldött közgyűlésről

Április 22-én Budapesten a Tudományos Akadémia dísztermében tartja Egyesületünk tisztújító küldött közgyűlését. Előtte április 21-én a MVAE tanácstermében tartja a Vaskohászati Szakosztályunk tisztújító ülését.

Anyagvizsgálati hírek

„TEXTURE„

címmel angol nyelvű, nemzetközi folyóiratot indít a „Gordon and Breach Science Publishers" kiadó. Az új folyóirat szerkesztői a szakterület világhírű tudósai, professzorai: *Hsun Hu* (U. S. Steel Corporation), valamint *J. Grewen* és *G. Wassermann* (Clausthali Műszaki Egyetem). A 19-tagú felügyelő bizottság amerikai, angol, nyugatnémet, francia,holland, ausztrál és japán kutatókból tevődik össze.

A TEXTURE a kristályos anyagok (fémek, polimerek, kerámiai termékek; természetes és szintetikus kristályok) orientációjával, textúráival kapcsolatos dolgozatokat kíván közzétenni. Az előzetes információk értelmében a folyóirat munkaterülete a leíráson és a méréstechnikai, értékelési kérdéseken túlmenően a textúrák kialakulásával, a textúrák és a tulajdonságok összefüggéseivel is foglalkozik. — Ezúton ajánljuk az érdeklődők figyelmébe'

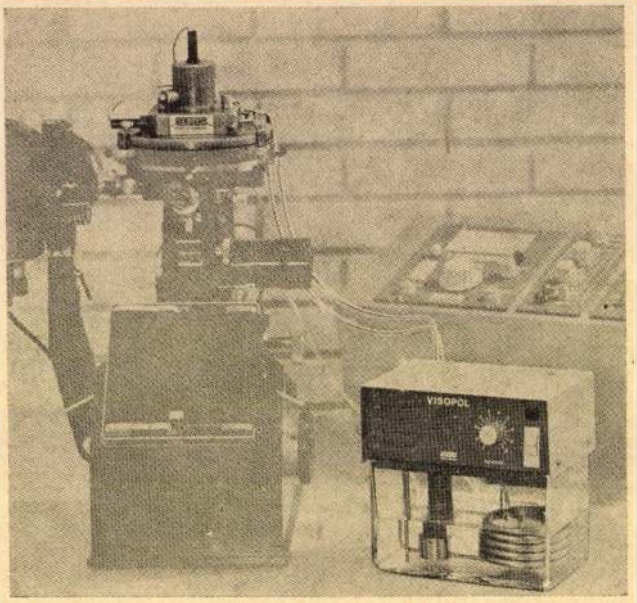
F. E.

Az elektrolitos fényesítés közvetlen mikroszkópos megfigyelése

Korróziós és elektrolitos folyamatok vizsgálatakor nagy segítséget nyújt, ha a folyamatokban részt vevő fémfelületeket közvetlenül figyelhetjük meg mikroszkóposan. Az első, ilyen jellegű vizsgálatokra alkalmas eszközt *Fuchs Erik* és *Baumann Tibor* ismertette a Kohászati Lapokban [89 (1956) 107—112]. Elektrolizáló cellát helyeztek egy Reichert MeF típusú, Le Chatelier-rendszerű fémmikroszkóp tárgyasztalára. A korrodáló oldatot, elektrolitot körforgásban tartották, s többek között a metallográfiai próbaelőkészítés fényesítési (elektropolírozási) és maratási folyamatait tanulmányozták.

Több mint két évvel később *F. Rammele* egy másik, hasonló elven működő berendezés felépítését tette közzé [Die Technik 14 (1959) 46—50.] A berendezést azóta a VEB Carl Zeiss Jena „ELYPOVIST" néven gyártja, és világszerte elterjesztette. Ennek a műszernek is van elektrolizáló cellája és egy az elektrolitot körforgásban tartó szivattyúja. A mikroszkóp azonban egyenes állású. Az elektrolizálást egy célszerűen szerkesztett áramforrás könnyíti meg. Az ELYPOVIST-nek minden előnye mellett hátránya, hogy kicsiny, legfeljebb 6 mm átmérőjű a fényesíthető próbafelület, és hogy túlságosan könnyen szennyezi elektrolittal a környezetét.

Mostanában kaptunk hírt a dán Struers cég új VISOPOL berendezéséről, amely visszatér a *Fuchs—Baumann-elrendezéshez* és amellyel elvileg bármelyik Le Chatelier-rendszerű mikroszkóp kiegészíthető. Az elektrolizáló cella a mikroszkóp tárgyasztalára kerül, amint ezt egy Reichert MeF mikroszkóp példáján az *1. ábra* is mutatja (gyári fénykép). Az ábrán az a szivattyú is látható, amely az elektrolitot szívással tartja mozgásban. A cellában így nem keletkezhet túlnyomás; az elektrolit még tömítetlenség vagy rossz próbafelfekvés esetében sem ömölhet ki.



1. ábra

A próba akár 2 cm²-nyi felületrészen is fényesíthető, maratható. A változásokat a cella alján elhelyezett kvarcablakon át, legfeljebb 600-szoros nagyításban lehet folyamatosan megfigyelni. Általában azonban elegendő a 300-szoros nagyítás.

Az eddigiekhez képest lényegesen tökéletesített új műszer várhatóan értékes segédeszköze lesz a metallográfiai fény- és elektronmikroszkópos laboratóriumoknak.

Bobok György

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakcsoportja november 16-án Egyesületünk előadótermében klubnapot tartott.

A klubnap keretében *Csorba János* okl. kohómérnök tagtársunk, a DIGÉP süllyesztékes kovácsüzemének műszaki vezetője vetítettképes előadást tartott „Hosszú kovácsdarabok függesztett állapotban történő hőkezelésének berendezése és tapasztalatai" címmel.

Az előadó részletesen ismertette az új OFAG gyártmányú hőkezelő berendezést, mely világszínvonalon normalizálja edzi és megereszti a MAN program forgattyús tengelyeit, a Gépjármű program mellső tengelyeit és egyéb függesztett állapotban hőkezelendő kovácsdarabjait.

Az előadást követő konzultáció során is sok értékes ismeret birtokába került a hallgatóság.

Latinák István

Legközelebbi szakosztályi nagyrendezvényeink:

Ónozott lemezgyártási és felhasználási szimpózium. Budapest április 19—20.

III. Országos Meleghengerlési Ankét. Aggtelek szeptember 26—28.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

Kétlépcsős fajsúlymérés és szabályozás

NÉMETH BÉLA okl. gépészmérnök, BOROS FERENC okl. szaktechnikus
Almásfüzitői Timföldgyár

DK 669.712.1 : 531.42+53.08

Tanulmány az Almásfüzitői Timföldgyárban megvalósított kétlépcsős fajsúlyérzékelő méretezését és a vele végzett pontossági mérések eredményeit ismerteti. Közli a megvalósított lúgvégbeállítás sémáját.

A timföldgyári viszonyok mérési problémáinak egyike a jó és pontos fajsúlymérés. Több ponton közvetlen a fajsúlymérésre van szükség, de gyakoribb a koncentráció mérésének igénye [1], amelyet közvetett módon fajsúlyméréssel oldanak meg. Kutatások folynak közvetlen koncentrációt mérő műszerek kifejlesztésére is [2, 3], ezeknek beszerzése azonban pillanatnyilag még körülményes. A fajsúlymérő műszerek pontossága különösen a közvetett mérések esetén igen döntő, s mivel üzemünkben a lúgvégbeállítás szabályozását fajsúlyméréssel oldottuk meg [4, 5], szükségesnek tartottuk, hogy az üzemelő berendezés mérési pontosságáról meggyőződjünk.

A lúgvégbeállításnál alkalmazott mérés

Adott fajsúlymérőből kiindulva, többszöri átalakítás után, sikerült olyan érzékelőt kialakítanunk, amellyel megbízhatóan, huzamos időn keresztül tudtuk mérni a feltárólúg fajsúlyát. A megfelelő érzékelő kialakításának, mint már hangsúlyoztuk [6], döntő szerepe van. Az alkalmazott levegőbuborékolós szondákat újszerű megoldással illesztettük a mérendő közeghez. Az érzékelő kialakításában döntő szerepe volt *Barakka I.* munkásságának [5]. Ismert tény [7], hogy a sűrűlúg lerakódások képzésére hajlamos. Ennek elkerülését kétlépcsős szonda alkalmazásával értük el úgy, hogy két egymásba épített szondát készítettünk *(1. ábra)*.

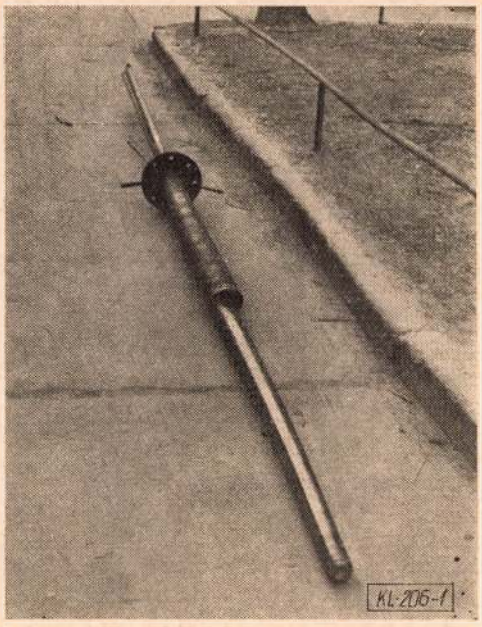
Az első (vizes) szonda a mérendő anyaggal (lúg) érintkezik úgy, hogy a szondába forró vizet áramoltatunk. Ez a forró víz megakadályozza a lúg palásodását. A másik szondát az elsőbe helyeztük és sűrített levegőt buborékoltatunk a vízoszlopon keresztül.

Méretezés

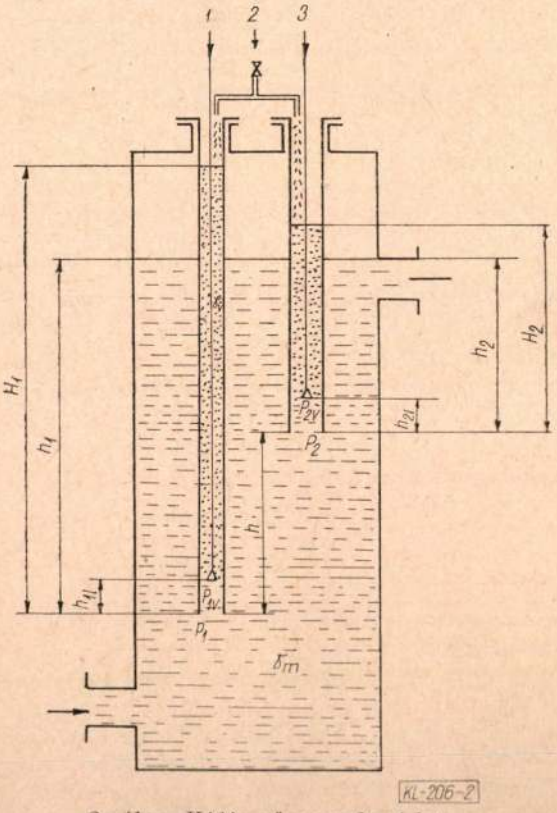
Bár a mérési elv ismert, az idevonatkozó irodalom [8] kétlépcsős szondával nem foglalkozik. Ezért szükségesnek tartjuk a kétlépcsős szonda méretezéséhez szükséges levezetést *(2. ábra)* bemutatni.

A számításhoz tehát a *2. ábra* alapján mérjük a p_{1k} és p_{2k} levegő és vizesszonda végei közt levő vízoszlop hidrosztatikai nyomását; a

H_1 és H_2 vizesszondában levő vízoszlop magasságát; a



1. ábra. Kétlépcsős szonda képe



2. ábra. Kétlépcsős szonda vázlata

h_{1l} és h_{2l} levegőszonda távolságot a vizesszonda végétől;
h vizesszondák közötti távolságot; a
p_1 és p_2 vizesszonda végén uralkodó nyomást; a
p_{1v} és p_{2v} levegőszonda végén uralkodó nyomást; a
γ_m mérendő közeg fajsúlyát; a
γ_v víz fajsúlyát, az ábrán az
1 és 3 a levegőszondát, a
2 a forróvíz bevezetést jelöli.

Az ábra jelöléseit figyelembe véve a számítás menete a következő:

$$h=h_1-h_2 \qquad p=p_1-p_2$$
$$p_1=h_1\gamma_m \qquad p_2=h_2\gamma_m$$
$$p_1=H_1\gamma_v \qquad p_2=H_2\gamma_v$$

$$p=m(h_1-h_2)$$

$$p_{1v}=(H_1-h_{1e})\gamma_v \qquad p_{2v}=(H_2-h_{2e})\gamma_v$$
$$p_{k1}=h_{1l}\cdot\gamma_v \qquad p_{2k}=h_{2l}\cdot\gamma_v$$
$$p_{1v}=p_1-p_{1k} \qquad p_{2v}=p_2-p_{2k}$$
$$p_{1v}=h_1\gamma_m-h_{1l}\gamma_v \qquad p_{2v}=h_2\gamma_m-h_{2l}\gamma_v$$

A levegő-szonda végei közti nyomáskülönbség:

$$\Delta p_v=p_{1v}-p_v$$

A p_{1v} és p_{2v} értékeit behelyettesítve, majd rendezve kapjuk:

$$\Delta p_v=h_1\gamma_m-h_{1l}\gamma_v-h_2\gamma_m+h_{2l}\gamma_v=$$
$$=\gamma_v(h_{2l}-h_{1l})+\gamma_m(h_1-h_2) \qquad (1)$$

ha $h_{1l}=h_{2l}$ akkor

$$\Delta p_v=\gamma_m(h_1-h_2)=p \qquad (2)$$

mivel: $h=h_1-h_2$

$$\Delta p_v=\gamma_m\cdot h=p \qquad (3)$$

A levezetés igazolja, hogy amennyiben a levegőszonda végei egyenlő távolságban vannak a vizes szonda végeitől a (3) egyenlettel lehet a méretezést végrehajtani, vagyis a különböző irdodalmakban [7, 8, 9] található egyenletek alkalmazhatók.

A gyakorlatban többnyire $h_{1l}=h_{2l}$, akkor az [1] egyenlettel lehet meghatározni a levegőszonda végei közti nyomáskülönbséget, amely a pneumatikus távadó méréstartományának felel meg.

A konkrét méretezésnél általában kétféleképpen járhatunk el.

Egyik, ha a távadó méréshatára adott, másik ha a vizesszondák közti távolság adott. Szükség szerint változtatni lehet a levegőszonda és vizesszonda közti távolságot.

A két megoldást az alábbi példákon mutatjuk be:

a) adott méréshatárú távadó alkalmazása esetén ha a mérendő fajsúly

$$\gamma_{m_{min}}=1{,}15\ \text{kp/dm}^3$$

$$\gamma_{m_{max}}=1{,}25\ \text{kp/dm}^3$$

a vizesszondák végeinek távolsága 2 m, akkor a (2) egyenlet szerint

$$\Delta p_{v_{min}}=1150\cdot 2=2300\ \text{kp/m}^2=0{,}23\ \text{kp/cm}^2$$

$$\Delta p_{v_{max}}=1250\cdot 2=2500\ \text{kp}-\text{m}^2=0{,}25\ \text{kp/cm}^2$$

A műszer méréstartománya, ha $h_{1l}=h_{2l}$
2500 mm v. o.—2300 mm v. o.=200 mm v. o.

Meghatározzuk a vizesszondák magasságát. Először meg kell adni valamelyik szonda bemerülési mélységét, amely a beépítési helytől függ, adott esetben $h_1=5$ m.

A vizesszonda végén uralkodó p_1 nyomás két módon határozható meg, a két egyenletet összevetve:

$$h_1\gamma_m=H_1\gamma_v$$

Esetünkben $\gamma_{m_{max}}$-ot kell felhasználnunk, és ezzel:

$$H_1=\frac{h_1\gamma_{m_{max}}}{\gamma_v}=\frac{5\cdot 1250}{1000}=6{,}25\ \text{m}$$

Meghatározzuk a rövidebb vizesszonda hosszát mivel

$$h=h_1-h_2, \text{ és ebből } h_2=h_1-h$$

tehát: $$h_2=5-2=3\ \text{m}$$

A p_2 egyenleteiből pedig

$$h_2\gamma_{m_{max}}=H_2\gamma_v$$

$$H_2=\frac{h_2\gamma_{m_{max}}}{\gamma_v}=\frac{3\cdot 1250}{1000}=3{,}75\ \text{m}$$

A biztonság kedvéért mindkét szondát 1 m-el hosszabbra készítjük, vagyis:

$$H_1=7{,}25\ \text{m} \qquad H_2=4{,}75\ \text{m}$$

ha:

$$h_{1l}=0{,}5\ \text{m} \qquad h_{2l}=0{,}2\ \text{m}$$

$$\Delta p_{v_{min}}=1000(0{,}2-0{,}5)+1150\cdot 2=2300-300=$$
$$=2000\ \text{kp/m}^2=0{,}2\ \text{kp/cm}^2$$

$$\Delta p_{v_{max}}=1000(0{,}2-0{,}5)+1250\cdot 2=2500-300-$$
$$-2200\ \text{kp/m}^2=0{,}22\ \text{kp/cm}^2$$

A fentiekből látható, hogy a műszer méréstartománya ezzel lényegében megegyezik. A műszerre jutó max. és min. nyomáskülönbség 300 mm. v. o. nyomással csökkent.

Elérhető, hogy a műszer méréshatára megegyezze na műszerre jutó max. és min. nyomáskülönbséggel. (Adott esetben $h_{1l}=2{,}5$ m).

b) A másik méretezési lehetőség, ha a műszer adatai ismertek és a szondák méreteit határozzuk meg. Tehát a műszer max. nyomáskülönbsége 3000 mm v. o., a fajsúly egyezik az előzőekkel. Az adatok alapján a (3) egyenletnek megfelelően, ha $h_{1l}=h_{2l}$

$$h=\frac{p_{max}}{\gamma_{m_{max}}}=\frac{3000}{1250}=2{,}4\ \text{m}$$

$$p_{min}=h\cdot\gamma_{m_{min}}=2{,}4\cdot 1150=2760\ \text{kp/cm}^2=$$
$$=0{,}276\ \text{kp/cm}^2$$

A műszer méréstartománya:

$$p_{max}-p_{min}=3000-2760=240\ \text{mm v. o.}$$

A vizesszonda méretei, ha $h_1=4$ m

$$H_1=\frac{h_1\gamma_{m_{max}}}{\gamma_v}=\frac{4\cdot 1250}{1000}=5\ \text{m}$$

$$h_2=h_1-h=5-2{,}4=2{,}6\ \text{m}$$

$$H_2=\frac{h_1\gamma_{m_{max}}}{\gamma_v}=\frac{2{,}6\cdot 1250}{1000}=3{,}25\ \text{m}$$

1. táblázat

A fajsúlymérő vizes szonda ellenőrző mérései (lúgsűrítői sűrű-aluminátlúg)

Hőmérséklet °C	Hiteles fajsúly kp/dm³	Mért fajsúly kp/dm³	Hiba kp/dm³	Hiba %
83	1,270	1,258	—0,012	0,94
82	1,274	12,60	—0,014	1,10
84	1,275	1,287	+0,012	0,94
75	1,278	1,268	—0,010	0,78
72	1,280	1,292	+0,012	0,94
74	1,281	1,295	+0,014	1,09
72	1,282	1,293	+0,011	0,86
74	1,283	1,291	+0,008	0,62
80	1,286	1,300	+0,014	1,08
80	1,287	1,294	+0,007	0,54
72	1,288	1,280	—0,008	0,62
77	1,290	1,302	+0,012	0,93
82	1,292	1,300	+0,008	0,61
76	1,296	1,285	—0,011	0,85
77	1,301	1,315	+0,014	1,53
74	1,307	1,290	—0,017	1,30
70	1,308	1,292	—0,016	1,30
79	1,310	1,294	—0,016	1,37
70	1,312	1,327	+0,005	0,38
70	1,314	1,325	+0,011	0,84
66	1,315	1,302	—0,013	0,99
63	1,357	1,355	—0,002	0,15

A szondák hosszát 1 m-el hosszabra készítjük, az elkészítendő szondák hossza:

$$H_1 = 6\ \text{m} \qquad H_2 = 4{,}25\ \text{m}$$

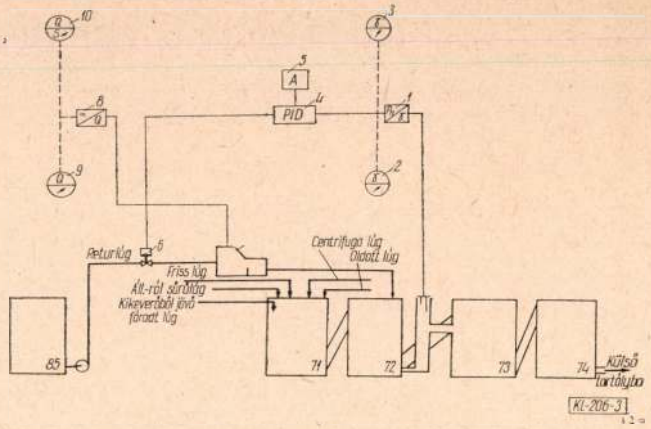
A mérés pontossági vizsgálata

A kétlépcsős szondával működő fajsúlymérést az üzemünkben működő, kutató laboratóriummal közösen végeztük. A mérések több héten át folytak, annak érdekében, hogy minél jobban megközelítsük a valóságos helyzetet. A szondák méretei miatt az üzemszerűen működő műszer adatait vettük fel, ezzel egyidőben az erre a célra felszerelt csapon keresztül a lúgból mintát vettünk és mértük a lúg hőmérsékletét is.

A lúgminta fajsúlyát a mintavételnek megfelelő hőmérsékleten Mohr-Westphal-mérleggel határoztuk meg [10]. A mérés pontossága 0,15% volt. Hiteles adatnak a laboratóriumi méréseket fogadtuk el. Ezen mérések eredményeit az *1. táblázatban* foglaltuk össze kiegészítve a számolt hibaértékekkel.

A műszer méréshatára 1,1—1,5 kp/dm³ volt, végértékére vonatkoztatott maximális hibáira pedig ±0,0155 kp/dm³, ami 1,03%-nak felel meg. A számolt hibák átlaga 0,94%, ami üzemi körülményeket tekintve jónak mondható.

Laboratóriumi méréseket végeztünk annak megállapítására is, hogy a hőmérséklet változására milyen változást mutat a fajsúly. Ezek eredménye szerint 20 °C hőmérsékletnövekedés 0,020 kp/dm³ fajsúlycsökkenést jelentett.



3. ábra. A fajsúly alapján történő szabályozási kör kapcsolása

1 — Kétlépcsős szonda és diff. nyomástávadó, 2 — Fajsúlyregisztráló műszer a helyszínen. 3 — Fajsúlyregisztráló műszer a műszerteremben. 4 — PID szabályozó. 5 — Alapjeltávállító. 6 — Ferdeülékes szabályozószelep. 7 — Mérőréses mérőedény. 8 — Nyomástávadó. 9 — Mennyiségregisztráló műszer a helyszínen. 10 — Mennyiségregisztráló és számláló műszer a műszerteremben

Szabályozás

Üzemünkben a módosított lúgvégbeállítás 1970. április óta megbízhatóan üzemel. Az ezen az alapon működő szabályozási kör kapcsolási rajzát a *3. ábrán* mutatjuk be.

1971. februárban az eredeti Saunders szelep helyett házi gyártmányú ferdeülékes [11] szelepet szereltünk be, így a korábbi 1-2 hónapos karbantartási ciklus 8 hónapra növekedett.

IRODALOM

[1] *Barakka I.:* Vogelbusch rendszerű bepárló állomás koncentráció szabályozása. Diplomaterv. Bp. Műszaki Egyetem. 1967.

[2] *Klug O.—Farkas F.—Gombos M.—Kovács F.—Németh B.:* Primjena viszokofrekventnog mjerenja vodljivasti za utrdjivonje koncentracije u proizvodnji glinice s osvztom na automatizaciju. Zbornik Radova Jurema, 1. 73. (1970.)

[3] *Gombos M.—Klug O.—Barakka I.:* A vezetőképességen alapuló automatikus lúgelemzés alkalmazása az Almásfüzitői Timföldgyárban. Almásfüzitői Jubileumi Ankét anyaga (1970.)

[4] *Németh B.:* Automatikus mintavétel és szabályozás az Almásfüzitői Timföldgyárban. BKL. Kohászat, 103 (1970.)

[5] *Barakka I.—Németh B.—Füsti E.—Locsmándi G.—Boros F.:* Timföldgyártás mellékágainak műszerezése és automatizálása az Almásfüzitői Timföldgyárban. Almásfüzitői Jubileumi Ankét anyaga (1970.)

[6] Timföldgyári viszonyokra alkalmas érzékelők. BKL Kohászat, 104. (1971.)

[7] *Beljajev, I. I.:* Kontrol i automatizácija proizvodsztva glinazoma i aluminyija. „Metalurgia" Moszkva 1967.

[8] *Helm L.:* Ipari folyamatok műszerezése. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1966.

[9] *Lőrinc I.:* Vegyi és rokonipari mérőműszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958.

[10] *Faragó L.—Papp T.—Rapp T.—R. Sik S.:* Szervetlen laboratóriumi gyakorlatok III. rész. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958.

[11] *Németh B.—Hollósi J.:* Szabályozószelepek a timföldgyártásban. BKL-Kohászat, megjelenés alatt.

Módszer réz vezetékanyagok minősítésére

TELESZKY ILONA okl. kohómérnök
Csepeli Fémmű

ROÓSZ ANDRÁS okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem

DK 669.3—174 : 621.315.5

A Csepeli Vas- és Fémműben gyártott különböző minőségű réz újrakristályosodását vizsgálták. Megállapították, hogy a szennyezők igen nagy hatással vannak az újrakristályosodás időszükségletére, ezért abból a réz tisztataságára következtethettek. 75%-os hidegalakítás után a fél (50%) újrakristályosodás időszükségletét $lgt \sim \frac{1}{T}$ *koordináta rendszerben ábrázolva üzemi gyakorlatban is használható minősítő diagramot készítettek.*

Bevezetés

A rézből készült vezetékanyagok annál jobbak, annál értékesebbek, minél tisztábbak, mert ellenállásuk annál kisebb. A gyártott réz minősítésénél igen nagy problémát jelent a szennyeződések mennyiségének gyors, pontos meghatározása.

A réz tisztaságának megítélésére különböző egymást kiegészítő méréseket dolgoztak ki. A szennyezőelemek mennyiségét színképelemzéssel (Bi, Sb, As, Fe, Ni, Pb, Sn, Zn, Ag), vagy kémiai úton (C, P, S) határozzák meg.

A gáztartalmat exhalográf segítségével mérik. Az elemzések ppm nagyságrendű pontossággal szolgáltatják a szennyezőelemek és a gázok mennyiségét.

Ezenkívül — mint a vezetékanyagok legfontosabb tulajdonságát — az ellenállását is mérik. Nagypontosságú ellenállásmérés igen komplikált és hosszadalmas, márpedig a szennyezőelemek mennyiségére csak ilyen mérésekből lehet következtetni.

A nagytisztaságú oxigéntelen anyagoknál az előbb felsorolt mérések ellenőrzésére még az alábbi három mérést végzik.

1. Az ellenállás hőmérsékleti tényezőjének meghatározása.
2. Maradék ellenállás mérés.
3. Mag-mágneses rezonancia mérés.

Mindhárom vizsgálat a nehéz és bonyolult berendezéseket igénylő fizikai mérések körébe tartozik és ezért rutinvizsgálatnak alkalmatlan.

Vizsgálataink célja egy viszonylag egyszerű, gyors, ugyanakkor pontos és jól reprodukálható minősítési eljárás kidolgozása volt.

Ismert tény [1, 2, 3], hogy a szennyezőelemek az újrakristályosodásra, illetve annak részfolyamataira igen nagy hatással vannak. Az új minősítési eljárás kidolgozására ezt a hatást használtuk fel.

Az oldott szennyezőelemek hatása az újrakristályosodásra

Újrakristályosodáson azt a folyamatot értjük, amelynek során az alakított fém deformált krisztalitjainak anyagából csírák képződése és fokozatos növekedése útján az adott hőmérsékleten legkisebb energia-tartalmú krisztallitok fejlődnek ki [4].

Mint a meghatározásból is kitűnik, az újrakristályosodás két részfolyamatból áll: új nagyszögű szemcsehatár keletkezéséből (csíraképződés) és azok vándorlásából (csíranövekedés). Az oldott szennyezőelemek mindkét részfolyamatra hatással vannak. Kísérleti nehézségek miatt csak a növekedésre, valamint az egész folyamatra való hatást ismerjük.

Aust és *Rutter* [5, 6] nagytisztaságú ólomban vizsgálták az oldott Sn, Ag, Au hatását a határmozgás sebességére. Azt találták, hogy 10—100 ppm nagyságú szennyezés a határmozgás sebességét rendkívül nagy mértékben csökkenti. *R. A Vandermeer* [7] zónaolvasztással fimonított alumínium újrakristályosodásának kinetikáját tanulmányozta 20, ill. 45 ppm Au szennyezés esetén. A mérések azt mutaták, hogy a 45 ppm Au-tartalmú ötvözet azonos mértékű újrakristályosodáshoz tizennyolcszor több idő kell. Ez esetben a különbséget egyértelműen a növekedési sebesség csökkenése okozta, mert a csírák időszükséglet nélkül keletkeztek a kristályhatáron (helytelített élcsíraképződés).

A [8]-ban a szerzők oldott Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Ga, Ge hatását vizsgálták nagyon tiszta (99,998%) vas újrakristályosodására. Kimutatták, hogy legnagyobb hatása az 50—200 ppm szennyező elem koncentrációnak van.

K. Lücke és *K. Detert* [9] 100 ppm szennyezőelem hatását mérték az úgynevezett újrakristályosodási hőmérsékletre. Eredényeiket az *1. táblázat* tartalmazza, ahol ΔT a színalumínium adatától való eltérés. (Az újrakristályosodás hőmérsékletén azt a hőmérsékletet értették, amelyen 40%-os alakítás után 1 óra alatt a darab 50%-os mértékben újrakristályosodott).

1. táblázat

100 ppm oldott elem hatása az Al újrakristályosodási hőmérsékletére [9]

Oldott elem	ΔT(°C)
Ni	0
Co	15
Fe	15
As	30
S	80
Ag	80
P	140
Se	160
Sn	180
Sb	180
Te	240

Smart és *Smith* [10, 11] színrézen mérték ugyanezt. A kapott adatokat a *2. táblázat* tartalmazza.

Az adatok nagyon szemléletesen bizonyítják, hogy éppen azok az elemek, amelyek a vezetőképességre is igen nagy hatással vannak (Sn, As, Pb, Zn), az úgynevezett újrakristályosodási hőmérsékletet is rendkívül erősen növelik. Ez természetes is, hiszen mindkét hatás annak a rácstorzulásnak a következménye, amit az idegen atom rácsba való beépülése okoz.

2. táblázat

100 ppm oldott elem hatása a Cu újrakristályosodási hőmérsékletére [10, 11]

Oldott elem	ΔT(°C)
Si	110
Ni	230
Fe	210
Co	180
Zn	20
Ag	10
Mg	100
Mn	200

Az előzőekben elmondottak jól mutatják, hogy a szennyezőelemeknek már kis mennyisége rendkívüli mértékben növeli az adott alakítás után valamely hőmérsékleten az újrakristályosodáshoz szükséges időt.

Saját kísérletek

A mérések célja háromféle minőségű technikai színréz újrakristályosodásának összehasonlítása, valamint a réz tisztasága és az újrakristályosodási időszükséglet kapcsolatának vizsgálata volt.

Kísérleti anyagok

a) Oxigéntelen, folyamatosan öntött réz. (CuEOM)

b) Vákuumban öntött réz. (CuV)

c) 99,99 Cu-tartalmú oxigéntelen, folyamatosan öntött réz.

Az anyagok előkészítése

A kiinduló anyagok melegen hengerelt ∅ 8mm-es huzalok voltak. Mindhárom anyagból hideghúzással ∅ 3,16 mm, ∅ 2 mm, ∅ 1,43 mm-es huzalokat készítettünk, majd 500 °C-on 1 óráig vákuumban lágyítottuk a darabokat.

Ezután mindhárom anyag kiinduló méretű huzaljait ∅ 1 mm végméretig húztuk, így 50, 75 és 90%-os alakítást értünk el azonos végmérettel. Az azonos végméret lehetővé tette a hőkezelésnél a felmelegedés időigényéből származó hibák kiküszöbölését, valamint egyszerűbbé tette a vizsgálati eredmények értékelését.

Hőkezelés

A hőkezelést az ELTE Kísérleti Fizikai Tanszékén végeztük egy olajfürdős ellenállásfűtési kemencében. A hőmérséklet ingadozása ±1 °C volt. A hőkezelés hőmérsékletei:

170,180, 190, 200, 210, 220, 230, 240 °C.

A hőkezelés időadatai: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 perc. A hőkezelt hossz: 500 mm.

Mérési eredmények

Az újrakristályosodás előrehaladásának követésére két, üzemi körülmények között is egyszerűen kivitelezhető mód kínálkozott. Az egyik a szövet statisztikus elemzése; a másik valamely mechanikai tulajdonság változásának mérése (pl. szakítószilárdság). Ez utóbbi a megújulás folyamata miatt általában nem követi hűen az újrakristályosodás előrehaladását [12, 13, 14]. Réznél azonban a poligonizáció nem,vagy csak rendkívül lassan játszódik le [15, 16, 17]. A jelenség magyarázatát valószínűleg az alakítás utáni diszlokáció elrendeződés szolgáltatja. Az alakítás alatt vagy közvetlenül utána kis éldiszlokációs „falak" alakulnak ki, amelyek megakadályozzák a további poligonizálódást, mert a kis éldiszlokációs falaknak egyszerre kellene ehhez elmozdulni, ami lényegesen nehezebb, mintha az éldiszlokációk külön-külön mozognának. *Livinston* [18] ilyen egyenletes diszlokációeloszlást figyelt meg rézben hajlítás után.

Mindezekből az következik, hogy a technikai színrézben is σ_B értékének csökkenését egyedül az újrakristályosodás okozza.

Méréseinknél ez a tény nagyon jól igazolódott — a néhány sorozatnál szövetvizsgálattal felvett szigmoidgörbe tökéletesen fedte a szakítószilárdság változásából meghatározott görbéket *(1. ábra)*. A rendszeres vizsgálatoknál ezért a szövetvizsgálattól már el is tekintettünk, lévén a σ_B értékének mérése gyorsabb és pontosabb.

Az újrakristályosodott anyag térfogathányadát így a következőképen számíthatjuk ki:

$$X_v = \frac{\sigma_{B,q} - \sigma_B(t)}{\sigma_{B,q} - \sigma_{B,o}} \qquad (1)$$

ahol X_v az újrakristályosodott anyag térfogathányada

$\sigma_{B,o}$ az alakítás előtt és a teljes újrakristályosodás után gyakorlatilag azonos szakítószilárdság, kp/mm²

$\sigma_{B,q}$ a szakítószilárdság az alakítás után, kp/mm²

$\sigma_B(t)$ a szakítószilárdság az újrakritályosodás közben, kp/mm²

Az újrakristályosodás időbeli előrehaladását az *Avrami* [19], vagy *Johson-Mehl* [20] egyenlettel írhatjuk le:

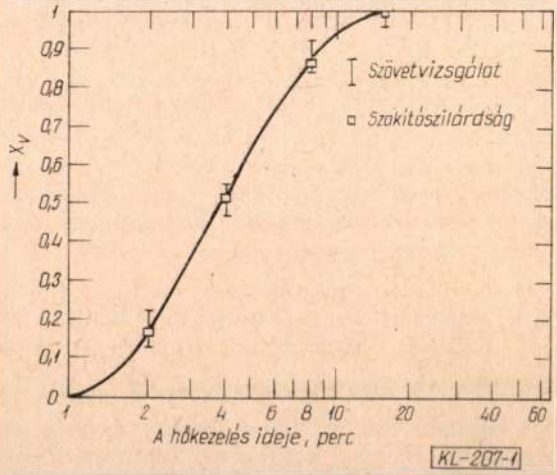
$$X_v = 1 - exp[-Bt^n] \qquad (2)$$

ahol B és n konstans

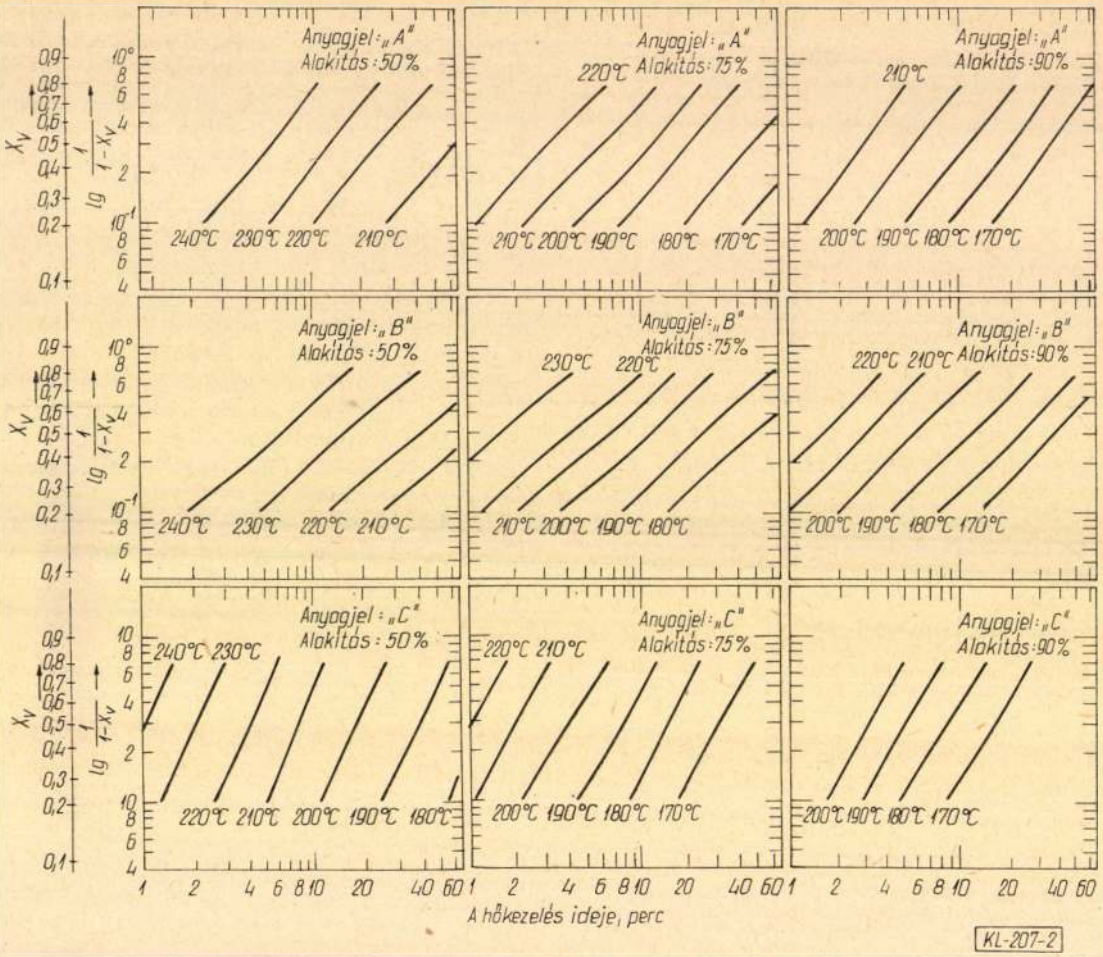
t a hőkezelés ideje, perc

Az egyenletet

$$g\,lg\frac{1}{1-X_v} = -lg\,t$$



1. ábra. Szakítószilárdság mérésével és szövetanalizissel felvett $X_v = f(t)$ újrakristályosdási szigmoid-görbék összehasonlítása. (C jelű anyag 75%-os alakítás 200 °C)



2. ábra. Az újrakristályosodás előrehaladása a hőkezelés idejének függvényében

koordinátarendszerben ábrázolva egyenest nyerünk. Eredményeinket ilyen módon ábrázolva mutatja a *2. ábra*.

Következtetések

a) A 2. ábra egyeneseinek meredekségéből (az egyensek iránytangense a (2) egyenlet n értéke) következtetni lehet az újrakristályosodás kinetikájára. Megfigyelhető, hogy bármely alakításnál bármely hőmérsékleten az azonos anyag n értéke állandó; az *A* jelű anyagnál 1,5, a *B* jelűnél 1,2, a *C* jelűnél pedig 2. A [21, 22] alapján ezeknek az n értékeknek az értelmezése is megadható. Ha $n=2$, olyan helytelített élcsíraképződésről van szó [7], amikor a csírák a tér két irányában állandó sebességgel nőnek. Ha n értéke 1 és 2 között van a csírák az éleken és a kristályfelületeken egyaránt keletkeznek. A szövetvizsgálat az ilyen jellegű csíraképződést minden vizsgált esetben igazolta.

b) Mivel a *2. ábra* egyenesei egy anyagnál párhuzamosak, kiszámítható a folyamat aktiválási energiája, Q. Az $x=0{,}5$ értékekhez tartozó $t_{1/2}$ idők [23] logaritmusát $\frac{1}{T}$ függvényben ábrázolva (ahol T az abszolút hőmérséklet, K°), a *3. ábra* egyeneseit kapjuk. Az egyensek iránytangense a folyamat aktiválási energiáját adja. Az így kapott értékek *(3. táblázat)* jól egyeznek az irodalomban található adatokkal.

3. táblázat

Az aktiválási energia értéke

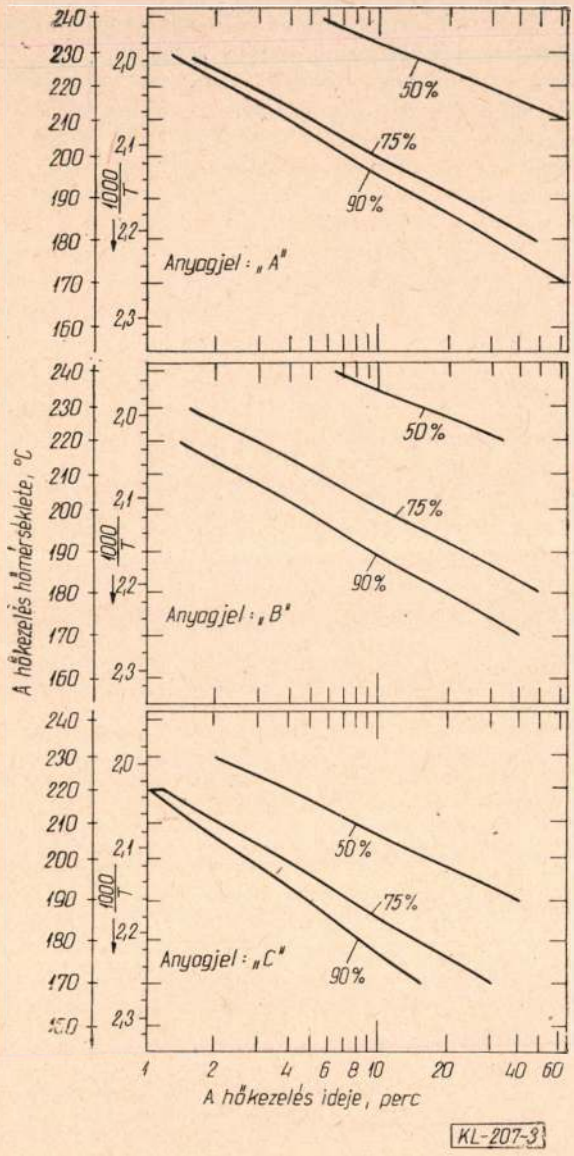
Anyagjel	Aktiválási energia [kcal/mol] alakítás [%]		
	50	70	90
A	37,7	28,6	27,6
B	39	30,5	29
C	33,2	26,7	25

A kapott értékekből látható, hogy az *A* és *B* anyagok aktiválási energiája lényegesen nagyobb, mint a *C* anyagé, mindhárom alakításnál.

Decker és *Harker* [24] 99,7%-os alakítás után OFHC rézen végzett kísérleteket. Az aktiválási energia értékét 29,9 kcal/molnak mérték. Speciálisan tiszta réznél 98%-os alakítás után 22,4 kcal/mol értéket kaptak.

Az adatokból látható, hogy a szennyezőelemtartalom növekedése a folyamat aktiválási energiáját növeli.

c) Az irodalomban sok esetben [8, 10, 11] a szennyezők hatását az újrakristályosodásra az úgynevezett újrakristályosodási hőmérséklet megváltozásán keresztül vizsgálták. Mért adatainkat megfelelő módon ábrázolva (izochron görbék) meghatározható az úgynevezett újrakristályosodási hőmérséklet. Újrakristályosodási hőmérséklet azonban igen sokféle lehetséges, attól függően, hogy



3. ábra. Az aktiválási energia meghatározása

hogyan definiáljuk. A [9, 10, 11]-ben a szerzők 40%-os alakítás után 1 órához tartozó izochron görbéket vettek fel, és az 50%-os újrakristályosodáshoz tartozó hőmérsékletet nevezték az újrakristályosodás hőmérsékletének. A példa jól mutatja, hogy három paramétert kell megadni ahhoz, hogy ez az adat egyértelmű legyen.

Az *4. ábrán* 75% és 90% alakítás esetén 10 perc izzítási időkhöz tartozó izochron görbéket rajzoltunk meg, és $x = 0{,}5$ értéknél olvastuk le az újrakristályosodási hőmérsékletet. 90%-os alakításnál az 1 óra izzítási időhöz tartozó újrakristályosási időket is meghatároztuk, részben a méréseink extrapolálása útján. A kapott adatokat a *4. táblázat* tartalmazza.

Minősítő eljárás

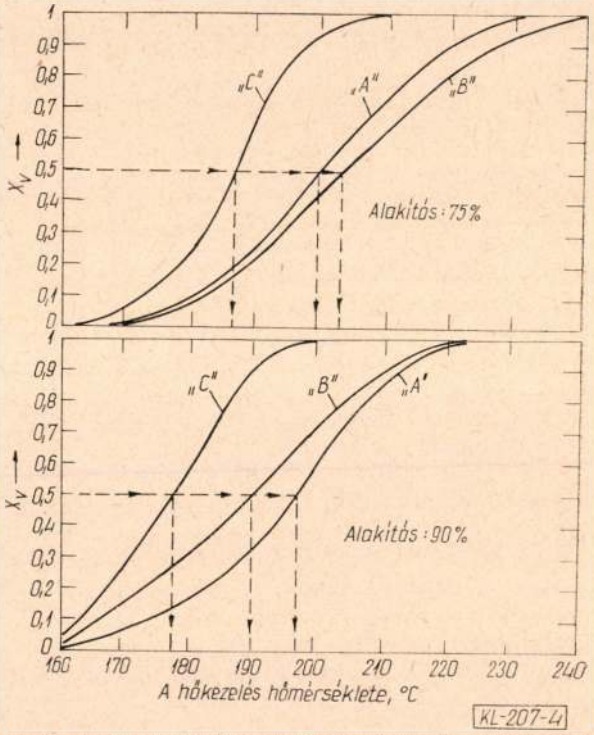
Az előzőekben ismertetett vizsgálataink azt igazolták, hogy a szennyezőelemek mennyiségének növekedése az újrakristályosodás minden jellemző értékét (n, Q, újrakristályosodási hőmérséklet) erőteljesen befolyásolja. Ezért megfelelő összehasonlító módszert választva, üzemi körülmények között gyorsan és megbízhatóan tájékozódhatunk a gyártott réz szennyezőtartalmáról anélkül, hogy bonyolult méréseket kellene végeznünk.

4. táblázat

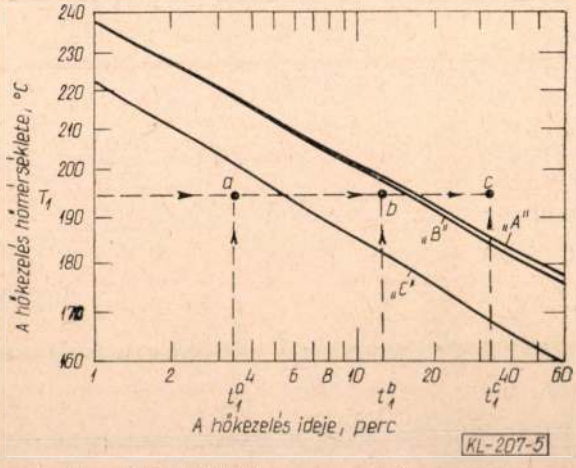
Az újrakristályosodási hőmérséklet értéke

Anyagjel	Újrakrist. hőmérséklet °C alakítás (%)		
	75	90	
	izzítási idő (perc)		
	10		60
A	200	197	177
B	212,5	190	169
C	186	178	146

A különböző minőségű anyagok összehasonlítására legkézenfekvőbb az aktiválási energia ki-



4. ábra. Az újrakristályosodási hőmérséklet meghatározása



5. ábra. Minősítő diagram a réz tisztaságának megállapítására

számításánál megrajzolt (3. ábra) egyenesek felhasználása. A *5. ábrán* az A, B és C anyag 75%-os alakításhoz tartozó egyeneseit egyetlen ábrában egyesítettük. Ezzel, ha az idő és a hőmérséklet korlátokat is figyelembe vesszük, rendelkezésünkre áll a minősítő diagram.

Az idő és hőmérsékletkorlátokat praktikussági okok határozzák meg. Az 1 percnél kisebb hőkezelési időnek a felmelegedés időszükséglete miatt nincs értelme, ha az idő 1 óránál hosszabb, ez a módszer gyorsaságát károsan befolyásolja.

A hőkezelést ± 1 °C pontossággal szabályozható olajfürdős kemencében érdemes végezni, ellenkező esetben a mért adatokból nem lehet következtetéseket levonni. A kemencéhez használható szilikonolaj 240 °C felett nagyon erősen gőzölög, így ez a hőmérséklet a felső határ. Az alsó határt a legtisztább anyag (C) egyenesének és az egy óra hőkezelési időhöz tartozó függőleges egyenesnek metszése szolgáltatja.

A minősítő módszer mindezek alapján a következő.

1. Melegen hengerelt ∅ 8 mm-es huzalból ∅ 2 mm-es huzal készítése.

2. A 2 mm-es huzalnak 500 °C-on 1 óráig tartó lágyítása.

3. Hideghúzás ∅ 1 mm-re.

4. Újrakristályosító hőkezelés T_1 hőmérsékleten (± 1 °C) 2, 4, 8, 16, 32, 60 percig.

5. A próbadarabok elszakítása, a σ_B érték meghatározása.

6. Az újrakristályosodási szigmoidgörbe falrajzolása.

7. Az 50%-os újrakristályosodáshoz tartozó t_1 idő meghatározása.

Ezzel egy összetartozó $T_1 - t_1$ értékpárt kapunk. A minősítő diagramban ezt a pontot ábrázolva, az alábbi három eset fordulhat elő.

a) A pont a C anyagra jellemző egyenes alá esik (*a* pont). A réz ebben az esetben jobb, mint 99,99-es.

b) A pont C anyagra jellemző egyenes, valamint a közel egybeeső A és B anyagokra jellemző egyenesek közti területbe esik (*b* pont). A réz ekkor a nemzetközi irodalomban OFHC néven ismert minőségnek felel meg.

c) Ha a pont az egyenesek fölé esik (*c* pont), a réz minősége az OFHC minőségnél gyengébb.

Az így kialakított minősítő diagram természetesen csak a Csepel Vas és Fémművekben gyártott rézminőségekre érvényes. Bármely más rezet kívánunk így minősíteni, először meg kell határozni az arra az összetételre jellemző minősítő diagramot.

A módszer — ha azt üzemi mérésként nagy szériában végzik, igen gyorsan, pontos, jól reprodukálható eredményeket szolgáltat.

IRODALOM

[1] *Lücke, K.—Detert, K.:* Acta Metallurgica 5. 628 (1957).
[2] *McLean, D.:* Grain Boundoaries in Metals Oxford Clarendon Press (1957).
[3] *Machlin, E. S.:* TMS-AIME 224, 1153 (1962.)
[4] *Káldor M.:* Kohászati Anyagvizsgálati Napok Balatonszéplak. 1971.
[5] *Aust, K. T.—Rutter, J. W.:* TMS-AIME 215, 820 (1959.)
[6] *Aust, K. T.—Rutter, J. W.:* TMS-AIME 218, 682 (1960).
[7] *Vandermeer, R. A.:* Metallurgical-Transactions 1, 819 (1970).
[8] *Antonione, C., Della Gatta, G., Lucci, A., Riontino G.* and *Venturello, R.:* Acta Metallurgica. 18, 1169 (1970).
[9] *Lücke, K., Detert, K.:* Brown Univ. Report. (1956).
[10] *Smart, J. S., Smith, A. A.:* Trans. Amer. Inst. Min. (Metall) Engrs. 147. 48 (1942).
[11] *Smart, J. S., Smith, A. A.:* Trans. Amer. Inst. Min. (Metall) Engrs. 166, 144 (1946)
[12] *Káldor M., Roósz A.:* Kohászati Lapok. 104, 328 (1971).
[13] *Semchyshen, M., Timons, G. A.:* Trans. Amer. Inst. Min. (Metall) Engrs. 194, 279 (1952).
[14] *Lutts, A. H., Beck, P. A.:* Trans. Amer. Inst. Min. (Metall) Engrs. 185, 491 (1954).
[15] *Young, F. W., Cabrera, N.:* J. Appl. Phys. 28, 787 (1957).
[16] *Young, F. W.,* J. Appl. Phys. 29, 760 (1958).
[17] *Lowell, L. D., Wernick, J. H.:* J. Appl. Phys. 30, 590 (1959).
[18] *Livingston, J. D.:* J. Appl. Phys. 31, 1071 (1960)
[19] *Avrami, M.:* J. Chem. Phys. 7, 1103 (1940).
[20] *Johnson, Mehl, R. F.:* Trans. Amer. Inst. (Metall) Engrs. 135, 416 (1939).
[21] *Christian, R. W.:* The Theory of Transformation in Metals and Alloys. London. Pergamon Press (1965).
[22] *Bárczy P.:* Kohászati Lapok, 104, 61 (1971).
[23] *Káldor M.:* Kohászati Lapok, 101, 27 (1968).
[24] *Decker, B. F., Harker, D.:* Trans. Amer. Inst. Min. (Metall). Engrs. 162, 116/1945).

Felhívás

Értesítjük t. Tagtársainkat, hogy Egyesületünk részére a **tagdíjak befizetése céljából 1972. január 1-től** az Országos Takarékpénztár V. Kerületi Fiókjánál tagdíjbefizetési számlát nyitottunk:

508-4198 számmal

Kérjük, hogy a jövőben a tagdíjakat a fenti számlára szíveskedjenek befizetni.

Timföldgyári folyamatos sorbakötött zagytartályok szintszabályozása

HARSÁNYI JÓZSEF gépészmérnök
ALUTERV

PINTÉR GÉZA foly. szab. szakmérnök
ALUTERV

DK: 669.712.0.13.6+66.23:532.2:66.011

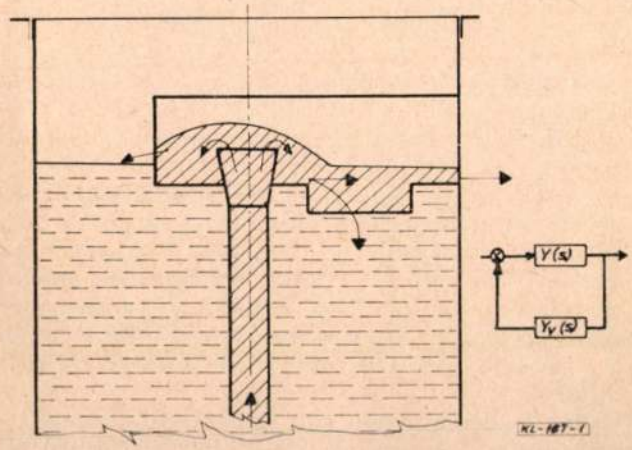
Timföldgyári sorbakötött és függőlegesen kevert tartályok szintszabályozásánál alkalmazott megoldás zárt szabályozási körének átviteli függvényét határozzák meg. Először a szabályozott szakaszét, majd a visszavezető ágét. Megbecsülhető a szabályozás pontossága.

A timföldgyári folyamatos kikeverő tartálysorok anyagának szintszabályozása nélkül olyan technológiai, energetikai problémák lépnek fel, melyek az üzemvitelre jellemző értékek romlását okozzák. (Üres tartályrészek csökkentik a kikeverési időt, az átemelési magasság növekedésével több energia szükséges, kiülepedik a hidrát stb.) A tartályok viszonylagosan nagy száma miatt az volt a cél, hogy egyszerű konstrukciójú, kis költséggel előállítható szabályozó berendezést fejlesszünk ki.

A szokványos szabályozástechnikai problémákon kívül nehézséget a közeg zagyos jellege, kiülepedésre és kiválásra hajlamos sajátsága okoz. A berendezés működési elve a következő *(1. ábra)*.

A mamutcsővel kevert és felemelt közeg egy része az oldalnyíláson közvetlenül visszajut a tartályba. Másik része a körvályúba ömlik, ahonnan egy csatorna segítségével a következő tartályba kerül. A felemelt közeg kis hányada pedig a csatorna alján levő nyíláson keresztül a tartály mindenkori szintszabályozását végzi visszacirkuláltatással a „hidraulikus zár" elve szerint.

Ha a tartálysor első tagjába történő betáplálás pl.: csökken, a folyadékszintje is csökken, akkor a továbbító vályú visszafolyató nyílásán annyi közeg áramlik vissza a tartályba, ami a szintcsökkentést kompenzálja. Amikor az egyensúly ismét visszaállt, akkor csak a különbözeti közegmennyiség kerül a tartályba vissza, így a sor elején betáplált mennyiség jut tovább. A fenti folyamat azáltal érhető el, hogy a vályú szintje és a tartályszintje között a szabályozó nyíláson keresztül a közlekedő edények törvénye, hidraulikus zár elve, érvényesül. E visszafolyató nyílás szinttartást biztosít egyszerű megoldása ellenére a tartálysor összes tagjainál, az utolsó kivételével.



1. ábra. A szabályozás elvi vázlata

A működési elv ismertetése után határozzuk meg:

1. Kikeverő tartályok folyadék szintjének és az anyagforgalmának, valamint
2. visszacirkuláltató csatorna anyagszintjének és anyagforgalmának átvételi függvényeit és
3. a zárt szabályozási kört.

1. A kikeverő tartály folyadék szintjének és anyagforgalmának átviteli függvénye

Egy kikeverőtartály folyadékszintje, mind a betáplálás, mind az elvétel szabályozása esetén integráló jellegű. Ezt könnyen beláthatjuk a *2. ábra* alapján.

Jelöljük:

Q_{be} betáplált térfogatsebesség (m³/ó)
Q_{el} elvett térfogatsebesség (m³/ó)
F tartályban levő folyadék felszíne (m²)
h a tartályban levő folyadék magassága (m)
és legyen
Δh elemi szintmagasság

$$Q_{be} - Q_{el} = Q \ (\mathrm{m^3/ó})$$

Ekkor

$$Q\,dt = F\,dh$$

$$\frac{1}{F} Q\,dt = dh$$

Mindkét oldalt integrálva kapjuk:

$$\frac{1}{F} \int Q\,dt = h$$

és a *Laplace* transzformációt elvégezve nyerjük:

$$\frac{1}{F} \frac{Q(s)}{s} = H(s)$$

A kimenő és bejövő jel „L" transzformáltjainak hányadosát képezve az átviteli függvényhez jutunk:

$$Y(S) = \frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{1}{Fs}$$

Az eredményt hasonlítsuk össze az integráló tag átviteli függvényével:

$$Y(S) = \frac{Ki}{s} = \frac{1}{T_i s}$$

akkor $Ki = \frac{1}{F}$ átviteli tényezőt kapjuk. A F-nek még integrálási idő jelleget is tulajdoníthatunk.

$$T_i = F$$

A tartály 10 m átmérője esetén $T_i = 78{,}5$ értékű.
Az átviteli függvény tehát:

$$Y(S) = \frac{1}{78{,}5s}$$

2. A visszavezető csatornával visszavitt mennyiség és a benne levő szint átviteli függvénye

Az *1. ábra* alapján még a visszavezető csatorna átviteli függvényét is meg kell határoznunk. Ennek érdekében különböző elhanyagolásokat kell tennünk. (A csatornában nem áll a folyadék, hanem mozgásban van. Fajsúlyban is lehet eltérés, mert a kikeverő tartály alján várhatóan nagyobb a fajsúly, mint a tetején stb.) A csatornát, az alján levő kivágással úgy fogjuk fel, mint olyan mérőedényt, melynek az alján folyik ki a közeg *(3. ábra)* és ezt, egy nagyobb folyadékkal töltött tartályba helyezzük.

A két tartályban különbözőek a folyadékszintek. Jelöljük meg a *3. ábra* alapján:

Q_{be} a bevitt térfogat sebessége (m^3/ó)
F_2 a belső edényben a folyadék felülete (m^2)
h_2 a külső tartályban a folyadék magassága a csatorna kivágása felett (m)
h_1 a visszacirkuláltató edényben levő folyadék magassága a kivágás felett (m)

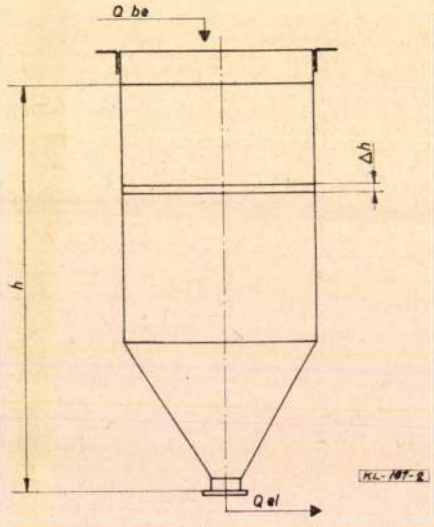
$$h_1 - h_2 = H$$

Ekkor:

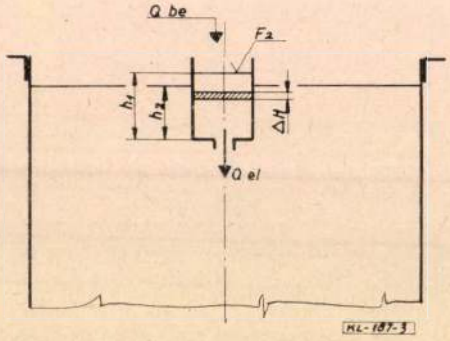
$$Q_{be} - Q_{el} = F_2 \frac{dH}{dt}$$

az idő szerint deriválva kapjuk;

$$\frac{dQ_{be}}{dt} - \frac{dQ_{el}}{dt} = F_2 \frac{d^2H}{dt^2}$$



2. ábra. Kikeverő tartály vázlata



3. ábra. Visszacsatoló csatorna kivágása és jelölése

Vegyük figyelembe, hogy a Q_{el} közvetett függvénye az időnek és közvetlenül csak a H-tól függ.

Az egyenletet átrendezve és a közvetett függvény deriválási szabályát figyelembe véve kapjuk:

$$\frac{dQ_{be}}{dt} = \frac{dQ_{el}}{dH} \cdot \frac{dH}{dt} + F_2 \frac{d^2H}{dt^2}$$

Laplace transzformáció után:

$$sQ_{be}(s) = \frac{dQ_{el}}{dH} \cdot H(s)s + F_2 H(s)s^2$$

A transzformáció „s" változójával formálisan osztva:

$$Q_{be}(s) = H(s)\left[\frac{dQ_{el}}{dH} + F_2 s\right]$$

Az átviteli függvény ismert alakjára rendezve:

$$Y_v(s) = \frac{H(s)}{Q_{be}(s)} = \frac{\frac{dH}{dQ_{be}}}{1 + F \cdot \frac{dH}{dQ_{el}} \cdot s} = \frac{K}{1 + T \cdot s}$$

látjuk, hogy az átviteli tényező:

$$K = \frac{dH}{dQ_{el}} \quad \text{és} \quad T = F \frac{dH}{dQ_{el}}$$

Az adott gépészeti kialakítás ismeretében az átviteli függvény megadásához meghatározzuk a

$$Q_{el} = Q_{el}(H)$$

kapcsolatot a derivált kiszámítása érdekében.

A tartályból való kifolyásnál ismert az alábbi összefüggés:

$$Q_{el} = CA\sqrt{(h_1 - H_2)2g}$$

A=a kifolyó nyílás felülete
C=állandó

Megfelelő átalakítás után a deriválást elvégezve majd az értékek behelyettesítését követően nyerjük

$$\frac{dH}{dQ_{el}} = K \approx 0{,}25$$

$$F_2 \frac{dH}{dQ_{el}} = T \approx 0{,}075$$

Így az átviteli függvény:

$$Y_v(s) = \frac{0{,}25}{1 + 0{,}075 \cdot s} \text{ lesz.}$$

A gépészeti kialakítás függ a technológiai követelményektől. Adott esetben arra kellett törekedni, hogy a tartály szintingadozása a minimális legyen. Az anyagtovábbító csatornában áramló folyadék szintje függ a keverés intenzitásától. Célszerű az arányossági tartományt a lehető legkisebbre választani. Így elérhetjük, hogy a maradó szabályozási eltérés a legkisebb lesz. Az erősítés növelését (az arányossági tartomány csökkentését) úgy érhetjük el, hogy a kivágás méreteit növeljük a visszacirkuláltató csatorna által meghatározott felületig.

Az *1. ábra* alapján ez a szabályozóköri elem a visszacsatoló ágban lesz. Az utóbbi kialakítást feltételezve jó közelítéshez jutunk, ha merev vissza-

csatolással számolunk. Mindkét esetben a zártkörre arányos egytárolós tagot kapunk.

Végezzük el a számítást a fent levezetett összefüggések segítségével.

3. *A zárt szabályozási kör*

Ismerjük az előre menő

$$Y(S)=\frac{1}{Tis}=\frac{1}{78{,}5\cdot s}$$

és a visszacsatoló tag átviteli függvényét,

$$Y_v(S)=\frac{K}{1+Ts}=\frac{0{,}25}{1+0{,}075\cdot s}$$

így a zárt kör eredő átviteli függvény 1. ábra blokkvázlata alapján:

$$Y(\overset{*}{s})=\frac{\dfrac{1}{sT_i}}{1+\dfrac{1}{sT_i}\cdot\dfrac{K}{1+sT}}=\frac{1+sT}{K+T_is+T\cdot T_i\cdot s^2}$$

A karakterisztikus egyenletből meghatározzuk a gyököket

$$5{,}88s^2+78{,}5s+0{,}25=0$$

A gyöktényezős alak felírása és rendezése után kapjuk:

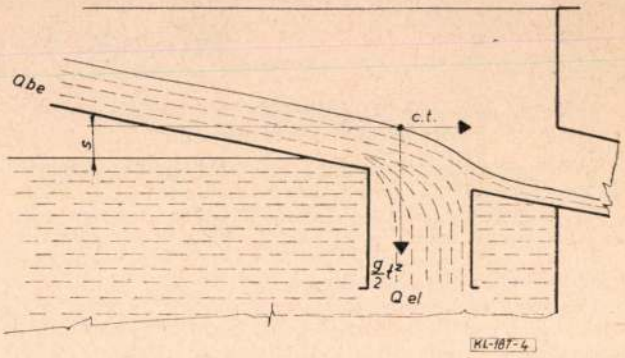
$$Y(s)=\frac{22{,}1}{1+294s}$$

a zárt kör átviteli függvényét.

Látható, hogy a szabályozás stabilis lesz adott geometriai kiképzéssel.

Az átviteli függvények ismeretében könnyen felrajzolhatjuk logaritmikus frekvencia jelleggörbéket. A két időállandó között közel három nagyságrend van. Megfelelő fázistöbblet feltételezésével nagy erősítést engedhetünk meg.

Nézzük meg, hogy a szabályozott jellemzőt (tartály szintje) milyen határok között tudjuk tartani. A kivágás méretének meghatározásával a visszacirkuláltató csatorna arányossági tartományát és természetesen mint szabályozóköri elemnek az erősítését is meghatároztuk. A *4. ábra* jelölései alapján egyszerű számítással becsülhetjük a csatornában



4. ábra. Anyagtovábbító csatorna

lévő áramlás irányába eső minimális kivágási méretet. A csatornában kialakult szintnek megfelelő magasságról kell esnie a kiszemelt folyadékrésznek mielőtt a kivágás felett áthalad. Ekkor az egész anyagmennyiség visszajut a tartályba. (A csatorna teljes szélességében van a kivágás.) Meg kell becsülni még azt a minimális szintkülönbséget is, mely hatására a fenti módszerrel meghatározott felületen az egész anyagmennyiség visszacirkulál. A Bernoulli-egyenlet felhasználásával ez a szintkülönbség 3 cm-nek adódott. Ehhez hozzáadódik még a keverés intenzitásától függő szintingadozás. Az anyagtovábbító csatorna vízszintesen 1. ábra, vagy ferdén 4. ábra is elhelyezhető.

Összefoglalás

Meghatározva a szabályozóköri elemek átviteli függvényeit, előállítjuk a zárt körét. Ebből kitűnik, hogy a szabályozás stabil lesz nagy erősítés esetén is. A szabályozási hiba becslése után állíthatjuk, hogy a megoldás kivitelezésére alkalmas, mint ez az Ajkai Timföldgyárban bebizonyosodott.

IRODALOM

Campbell: La dinamique des processus industriels.

Heinz Dittmann: Szabályozásköri tagok jellemzőinek meghatározása.

Roger R. Jennes: Analog computation and simulation: laboratory approach.

Lapzárta után kaptuk a megrendítő hírt, hogy

SZELE MIHÁLY

okl. kohómérnök, ny. egyetemi tanár, a Vasipari Kutató Intézet ny. igazgatóhelyettese, Egyesületünk volt elnöke február 10-én váratlanul elhúnyt.

Hamvasztás utáni búcsuztatója február 25-én volt a Farkasréti temetőben.

Műszaki és gazdasági hírek

Európa legnagyobb, óránként 600 kg teljesítményű horganyolvasztó kemencéje

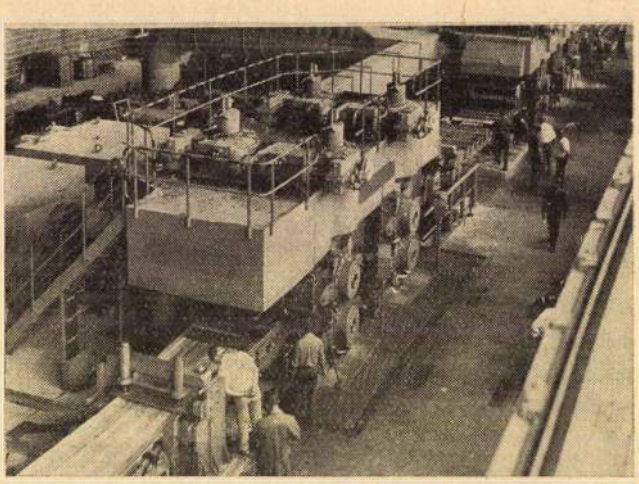
A Rajna mellett üzembe helyezték Európa legnagyobb és legkorszerűbb horgany-hengerművét.

A nagymértékben automatizált hengermű, amelyet a szintén most üzembehelyezett villamos indukciós kemence táplál, évenként 40 000 tonna horganylemez és szalag előállítására alkalmas.

Az olvasztókemencében *(1. fénykép)* történik a különböző ötvöző fémek olvasztása és keverése; befogadóképessége 120 tonna, fűtése összesen 1200 kw teljesítményű 3 induktorral történik. A kb. 250 tonna súlyú kemence vízszintes tengelye körül billenthető és percenként 600 kg folyékony fémet termel.

Az 1970-ben beindult mű *(2. fénykép)* új munkaelven működik. Kiválósága a kitűnő mérettartás. A kemencéből érkező folyamatosan ömlő fém közvetlenül a szélesszalag öntőgépbe kerül. A klasszikus blokköntés és előhengerlés művelete elmarad, a folyékony fém vízzel hűtött, hajlékony acélszalagok közé kerül, ahol megdermed és a gépsor végén 16 mm vastag és 1,20 m széles végtelen lemez formájában távozik. Ez ideális nyersanyaga a csatlakozó hengerműnek, amelyben a vágatlan lemezt a meleghengersor öt hengerpárja max. 200 m/perc sebességgel hengerli a kívánt vastagságra.

1. fénykép. Európa legnagyobb horganyolvasztó-kemencéje



2. fénykép. A Datteln-ben felállított hengersor részlete

A rendszer tökéletességének egyik tényezője, hogy a horgany öntése és hengerlése egy folyamatban történik. Ehhez járul az új kohászati felismerésekből eredő ötvözésmód: horgany, titán és réz összetétele, amelynek kiváló forrasztási, hegesztési, valamint ragasztási tulajdonságai vannak; nem válik rideggé, törékennyé és kitűnően alakítható.

Wissenschaft und Technik

1972. április 22-i Küldött Közgyűlés napirendje:

1. Elnöki megnyitó:
   Dr. Gyulay Zoltán okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, az OMBKE elnöke.
2. Főtitkári jelentés:
   Lomniczy Dezső okl. kohómérnök, az OMBKE főtitkára.
3. Számvizsgáló Bizottság jelentése:
   Dr. Trethon Ferenc okl. közgazda, a Számvizsgáló Bizottság elnöke.
4. Egyesületi emlékérmek átadása.
5. Vita, indítványok.
6. Határozati javaslat.
7. Vezetőségválasztás.
8. Zárszó.

*

Az indítványokat a Közgyűlés előtt 3 nappal kell a Titkárságnál bejelenteni.

Az 1972. április 21-i Fémkohászati Szakosztályi ülés napirendje:

Elnöki megnyitó:
Soltész István okl. kohómérnök, igazgató, a Fémkohászati Szakosztály elnöke.

Titkári jelentés:
Laár Tibor okl. vegyészmérnök, a Fémkohászati Szakosztály titkára.

Kitüntetések átadása.

Az új Szakosztály Vezetőség megválasztása.

Szünet

Szakmai előadás:
„A kalcitos-dolomitos bauxitok feldolgozásának problémái."
Dr. Zámbó János okl. vegyészmérnök, a Fémipari Kutató Intézet igazgatója.
„A magyar színesfémkohászat jelenlegi helyzete és fejlesztési elképzelések."
Horváth Antal okl. kohómérnök, a KGM Színesfémkohászati Fejlesztési Főosztályának főmérnöke.

Zárszó.

Az ülés helye:
Magyar Alumíniumipari Tröszt II. em. terme, Budapest XIII., Pozsonyi u. 56.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. MÁRCIUS HÓ
3

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel.: 127-084, 318-926

TARTALOM

Dr. HORVÁTH JÁNOS—ZIPSZER KONRÁD: Adalékok a rudabányai vasércek értékeléséhez 97
V. SZ. RUTESZ: A folyamatos acélöntő berendezések termelékenységének növelése és a profilválaszték bővítése a Szovjetunióban 103
Dr. KÁLDOR MIHÁLY: Kristályosodási csíra keletkezése fémolvadékban 110
VERŐ BALÁZS—CLEMENT ANDOR: Mérőeszköz finomlemezek alakíthatóságának mérésére 114
Dr. LENDVAI JÓZSEF: Nemesített keskenyszalag minőségének javítását célzó üzemi vizsgálatok 118
GERGELY MÁRTON: Az edzhetőség gyors, üzemi minősítése egyetlen, néhány grammos próbával 124
Egyesületi hírek 128
Szele Mihály 1896—1972 130
1972. évi nívódíj pályázati felhívás 131
A tisztújító ülések részletes programja ..... B III
Szabványosítási hírek ..... B III

FÉMKOHÁSZAT

NÉMETH BÉLA—HOLLÓSI JÁNOS: Szabályozó szelepek a timföldgyártásban 132
Dr. VALLÓ FERENC: Aluminátlúgok össz-Na_2O, kausztikus Na_2O és Al_2O_3 tartalmának automatikus, potenciometrikus meghatározása 137
Dr. MÁTYÁSI JÓZSEF: Néhány lehetőség a timföldgyári technológia irányításában 142

ÖNTÖDE

PETŐ MÁRTON: Az öntészet fejlődése és helyzete a III. ötéves tervidőszakban 49
Egyesületi hírek 54
LANTOS ISTVÁN: Hidegen kötő furángyantás magkészítés acélöntödében 55
38. Nemzetközi Öntő Kongresszus 61
40. Nemzetközi Öntő Kongresszus 71
GIFA 74. Düsseldorf 71
Könyvismertetések 71
V. Román Öntő Konferencia 72
Üzemi hír 72

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
72.3., 16420 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalban
Csekkszámlaszám: egyéni 61.254, közületi 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM ГОД JAHRGANG YEAR 105

SZÁM № Nr. No. 3

MÁRCIUS МАРТ MÄRZ MARCH 1972

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ **МЕТАЛЛУРГИЯ**
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN **HÜTTENWESEN**
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY **METALLURGY**

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Хорват—Зипсер: **Данные для оценки железных руд в Рудабане** ..... **С 97**
В статье авторы определяют относительную цену коричневых железных руд и обогошенных дополнительных руд в Рудабане по сравнению с импортированными советскими рудами. Авторы указывают на то, что из-за перестроики на производство чугуна с малым содержанием марганца теряет свое значение содержание марганца в рудах. Авторы устанавливают, что максимальное количество отечественных, применяемых рад определяется неблагоприятным содержанием в них меди. Наконец авторы указывают на неблагоприятное влияние содержания бария.

В. С. Рутес: **Повышение производительности и расширение сортамента заготовок, отливаемых на установках конструкций Советского Союза С 103**
Мощность цехов непрерывной разливки стали непрерывно возрастает за счет повышения скорости вытягивания слитка и за счет внедрения метода „плавка на плавку", когда жидкая сталь непрерывно водится в кристаллизатор, что в значительной степени увеличивает машинное время и мощность УНРС.
В целях улучшения качества отливаемых заготовок расширяется применение способов непрерывной разливки с изоляцией струи и мениска металла от взаимодействия кислорода атмосферы, вакуумирование металла в ковше и непосредственно на установке в процессе разливки, обработка металла синтетическими шлаками, магнитными полями, ультразвуком, применение совмещенных процессов непрерывной разливки и прокатки или сочетания их.

Д-р Калдор Михай: **Образование зародышей кристаллизации в жидком металле** ..... **С 110**
В статье рассказывается об условиях и процессе образования зародышей. Автор изучает энтальпию системы, и последствия переохлаждения, а также скорости образования зародышей, и скорости гомогенного и гетерогенного образования зародышей.

Балаж Вере—Андор Клемент: **Измерительный прибор для оценки формируемости тонких пластин** ..... **С 114**
На основе проведенных теоретических работ и работ по технике измерения была разработана измерительная система для определения величин „γ" и „n". Для определения этих величин с помощью стандартных образцов требуется время, не больше, чем для проведения обычного испытания на разрыв.

Д-р Йожеф Лендваи: **Заводские исследования с целью улучшения качества улучшенных узких лент** ..... **С 118**
Автор сообщает о пяти различных сериях экспериментов, целью которых являлось обеспечение самых благоприятных свойств термически обработанных стальных лент для различного применения с правильным определением основного материала, технологии производства и способа термической обработки. Результаты этих экспериментов будут внедрены в производстве, потребители признают улучшение качества лент.

М. Гергей: **Быстрая заводская классификация закаливаемости с помощью одного, несколько граммового образца** ..... **С 124**
По измерению твердости можно определить закаливаемость стали с помощью одного, термически целесообразно обработанного образца пластинчатой формы (по-немецки: Plättchen-Probe). Расчет диаграмм проводится на основе новой теории.

Б. Немет—Я. Холлоши; **Регулирующе клапаны в производстве глинозема** ..... **С 132**
В статье дается всесторонное изложение регулирующих клапанов, применяемых до сих пор на глиноземном заводе Алмашфюзитэ. Сообщаются данные клапанов и многолитний опыт по эксплуатации. Дается совет в отношении конструкции вмешивающегося устройства, применяемого в различной циркулируемой среде глиноземного завода. Занимается вопросами измерений вмешивающегося устройства.

Д-р Ф. Валло: **Автоматическое, потенциометрическое определение суммарного и каустического содержания ΛCl_2O, Al_2O и Al_2O_3 в алюминатных растворах** ..... **С 137**
Автор приводит потенциометрические, титрующие методы разработанные для главных компонентов (суммарное и каустическое содержание Na_2O и Al_2O_3) алюминатных растворов, и показывает Тирометр Бран. Люббе, который работает по современному принципу измерения. Тирометр такого типа подсоединен к техническому процессу на Глиноземном заводе в Айке. Кроме опытов, связанных с пуском в эксплуатацию установки дается краткий обзор систем автоматического пробоотбирателя и разбавителя.

Д-р Й. Матяши: **Несколько возможностей управления технологии глиноземного завода** ..... **С 142**
Автор сообщает о таких методах, с помощью которых можно улучшить управление технологии производства глинозема. Применение предлагаемых методов дает непосредственный экономический результат. Таким образом с при менением рентгеновского дифрактометра легко контролируется пропорция смещения и CaO, MgO содержания бакситов. Можно увеличить коэфициент полезного действия подготовки и уменьшить потери гидролиза. Второй метод служит для эксплуатации однокатерных осадителей Дорра и для определения содержания грязи осадителей. Автор приводит измерение сопротивления фильтрации глиноземного гидрата и отсюда следуемые выводы.

INHALT

Dr. J. Horváth—K. Zipszer: **Angaben zur Bewertung der Eisenerze von Rudabánya** ..... S 97
Der relative Wert des Brauneisensteines und des angereicherten Spaterzes im Vergleich zu den importierten sovjetischen Erzen wurde bestimmt. Die Bedeutung des Mangangehaltes der Erze verminderte sich durch den Übergang der Hochofenproduktion auf manganarme Roheisensorten. Der maximale Anteil von einheimischen Erzen im Möller wird durch ihr Kupfergehalt beeinflusst. Der Bariumgehalt der Erze wirkt auch ungünstig bei der Verhüttung.

V. Sz. Rutesz: **Die Steigerung der Produktivität und die Erweiterung der Strangtypen von Stranggiessanlagen in der Sovjetunion** ..... S 103
Die Leistung der Stranggiessanlagen erhöht sich dauernd, teils durch Zunahme der Ziehgeschwindigkeit des Stranges, teils durch Einführung des sogenannten Sekvenzgusses, d. h. durch das Abgiessen von mehreren Chargen hintereinander ohne Unterbrechung. Zur Verbesserung der qualität der stranggegossenen Knüppel wird die Isolierung des Stranges von der atmospherischen Luft immer mehr angewendet. Die Isolierung kann schon in der Pfanne, oder direkt beim Giesen angebracht werden. Der Stahl wird beim Giessen mit synthetischer Schlacke bedeckt, auch ein magnetisches Feld und Ultraschall kann angewendet werden. Oft wird das Stranggiessen mit dem Walzen verkoppelt.

Dr. M. Káldor: **Entstehung von Kristallisationskeimen in Metallschmelzen** ..... S 110
Bedingung und Ablauf der Keimbildung. Die Ausbildung des Enthalpiegehaltes des Systems und die Folgen der Unterkühlung. Die homogene und heterogene Keimbildung.

B. Verő—A. Clement: **Ein Messinstrument zur Beurteilung der Bildsamkeit von Feinblechen** .. S 114
Zur Bestimmung der "r"-bzw. "n"-Werte wurde auf Grund theoretischer und messtechnischer Überlegungen ein einheitliches Messsystem entwickelt. Die angeführten zwei Kennzahlen können auf einem genormten Probestab innerhalb des Zeitbedarfes einer Zerreissprobe und mit verhältnissmässig wenig Arbeitsaufwand bestimmt werden.

Dr. J. Lendvai: **Betriebsuntersuchungen zur Verbesserung der Qualitat von vergüteten Schmalbändern** ..... S 118
Fünf Versuchsreihen wurden vorgenommen mit dem Ziel: die optimalen Eigenschaften von wärmebehandelten Stahlbändern durch Auswahl entsprechender Grundwerkstoffen und Erzeugungstechnologie, weiter durch eine geeignete Wärmebehandlung zu sichern. Die Ergebnisse der Versuche wurden in die fliessende Produktion eingeführt. Die Verbraucher der Bänder haben die Qualitätsverbesserung bestätigt.

M. Gergely: **Die schnelle Qualifizierung der Abschreckbarkeit an einem einzigen Probestück von einigen Gramm Gewicht** ..... S 124
Die Abschreckbarkeit der Stähle kann zweckmässig durch Härtemessung an einer kleinen, wärmebehandelten Plättchen-Probe festgestellt werden. Die Berechnung der Auswertungs-Diagramme wird mit Hilfe einer neuen Theorie ermöglicht.

B. Németh—J. Hollósi: **Regelventile in der Tonerdeerzeugung** ..... S 132
Die Arbeit bietet eine umfassende Übersicht über die in der Tonerdefabrik Almásfüzítő bisher verwendeten Regelventile unter Angabe der verschiedenen Ventil Daten und der mehrjährigen Betriebserfahrungen. Ratschläge werden erteilt bezüglich der Konstruktion der zu den verschiedenen strömenden Medien in Tonerdefabriken geeigneten Eingriffsorgane. Die Bemessung der Eingriffsorgane wird behandelt.

Dr. F. Valló: **Die automatische potentiometrische Bestimmung des Gehaltes an Gesamt-Na_2O, kaustischem Na_2O, Al_2O und Al_2O_3 in Aluminatlaugen** ..... S 137
Der Verfasser beschreibt die für die Hauptkomponenten von Aluminatlaugen (Gesamt-Na_2O, akustisches Na_2O, Al_2O_3) entwickelten potentiometrischen Titrierverfahren und den auf dem modernen Messprinzip beruhenden Bran und Lübbe Tirometer, der in der Tonerdefabrik Ajka im Anschluss an einen technologischen Vorgang arbeitet. Es werden die Erfahrungen der Inbetriebsetzung beschrieben, und das System für automatische Probenahme und Verdünnung wird erläutert.

Dr. J. Mátyási: **Einige Möglichkeiten zur Lenkung der Technologie der Tonerdefabriken** ..... S 142
Der Verfasser beschreibt einige Methoden zur Verbesserung der technoligschen Leitung der Tonerdeerzeugung, wobei sich unmittelbare wirtschaftliche Resultate ergeben. Bei Anwendung eines Röntgendiffraktometers kann man das Mischverhältnis der Bauxite, ihren CaO- und MgO-gehalt leicht kontrollieren. Der Wirkungsgrad des Aufschlusses wird erhöht und die Hydrolyseverluste sinken ab. Eine andere Methode begrifft den Betrieb von Einkammer-Dorrabsetzern und die Bestimmung ihres Schlammgehaltes. Schliesslich wird die Messung des Filtrierwiderstandes von Tonerdehydrat beschrieben, mitsamt den daraus abzuleitenden Folgerungen.

CONTENTS

Dr. I. Horváth—K. Zipszer: **Data on the evaluation of the iron ores of Rudabánya** ..... P 97

The authors define the value of the brown iron ore and the enriched iron carbonate ore relative to the imported Soviet ores. Due to the conversion to the production of low-manganese pig iron the significance of the manganese content of the ores has been reduced. The highest utilizable amount of done stic ores is determined by the unfavourable copper content. Finally the adverse effect of the barium content is mentioned.

V. S. Rutesz: **Increasing the productivity of continuous steel casting equipment and the assortment of sections in the Soviet Union** ..... P 103

The output of continuous steel casting mills increases continuously, due to the higher rate of bar drawing and to the introduction of the "melt-on-melt" method, with the steel flowing uninterruptedly into the mold; this results in a substantial increase of useful machine time and of the capacity of the continuous steel casting machine. In order to improve the quality of continuously cast products the steel jet is increasingly protected from atmospheric oxygen, the steel is vacuum treated in the ladle or directly during casting in the casting machine, treatment with synthetic slag, a magnetic field or ultrasonic vibrations is employed separately or in combination, or combined with rolling.

Dr. M. Káldor: **The formation of a germ of crystallization in metallic melts** ..... P 110

The paper discusses the conditions and process of germ formation, the variation of the enthalpy content of the system, the consequences of undercooling. The rates of homogeneous and heterogeneous germ formation and of germ formation are treated.

B. Verő—A. Clement: **Measuring tool for assessing the formability of sheets** ..... P 114

A uniform system of measurement has been developed by theoretical and technical research for determining the "r" and "n" values. These two characteristics can be determined on the usual specimens with an effort equal to that of the usual tensile test.

Dr. J. Lendvai: **Plant tests for improving the guality of hardened narrow strip** ..... P 118

The author describes five series of tests intended to guarantee the most favourable properties of steel strip for various uses by selecting the most convenient base material, process technology and mode of heat treatment. The test results have been employed in commercial production and the strip consumers admit the improvement of strip quality.

M. Gergely: **The rapid commercial evaluation of hardenability from a single specimen weighing a few grammes** ..... P 124

The hardenability of steels can be determined by measuring the hardness of a single small, suitably heat-treated plate specimen (Plättchen-Probe in German). A novel theory is used to calculate the necessary aveluating diagrams.

B. Németh—J. Hollósi: **Regulating valves in alumina production** ..... P 132

The paper gives a detailed discussion of the regulating valves utilized so far at the Almásfüzítő alumina factory, supplying the data of the valves and the several years' plant experiences. Advice is given on the construction of the intervening organs for the various flowing media in the alumina plant. The dimensioning of the intervening organs is discussed.

Dr. J. Mátyási: **Some possibilities of guiding the technology of alumina plants** ..... P 137

The author describes some methods for improving the technical direction of alumina production with immediate economic results. The X-ray diffractometer is useful in controlling the mixing ratio of bauxites, their CaO and MgO content, in order to raise the efficiency of digestion and to reduce the losses in hydrolysis. Another method may be used to operate the single chamber Dorr sedimentation equipment and to determine its mud content. In conclusion the measurement of the filtering resistance of alumina hydrate is described, together with the conclusions which may be drawn from this test.

Dr. Valló F.: **The automatic potentiometric determination of the total Na_2O, caustic Na_2O, Al_2O and Al_2O_3 content of aluminate liquors** ..... P 142

The author presents the potentiometric methods of titration developed for the main components of aluminate liquors (total Na_2O, caustic Na_2O, Al_2O_3) and the Bran and Lübbe Tirometer which is based on this modern measuring principle and is operated continuosly in the Ajka alumina factory in connection with a technological process. The experiences of starting up the equipment, the automatic sampling and diluting system are discussed.

új irás

MEGISMERHETI

a mai magyar irodalom
legújabb remekeit,
ha olvassa az

új irás

c. irodalmi folyóiratot

ÉLET ÉS IRODALOM

IRODALMI ÉS POLITIKAI HETILAP

Versek, novellák, riportok,
film, színház, rádió, TV,
képzőművészet, zene.
Mindenről tájékozódhat az

ÉLET ÉS IRODALOM

c. irodalmi hetilapból

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ,
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. CSEPIGA ZOLTÁN, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KEMÉNY KORNÉL, MARCZIS LÁSZLÓ, NAGY ZOLTÁN, PINTÉR ANDRÁS, RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN, DR. PILISSY LAJOS, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VÁRHELYI REZSŐ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 3. szám 1972. március

Adalékok a rudabányai vasércek értékeléséhez

Dr. HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök, ZIPSZER KONRÁD mérnök
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

DK: 553.3(439):622.7:549.1

A tanulmányban a szerzők meghatározzák a rudabányai barnavasércnek és a dúsított pátércnek az importált szovjet ércekhez viszonyított relatív értékét. Rámutatnak arra, hogy a mangánszegény nyersvas gyártására történő átállás következtében az ércek mangántartalmának jelentősége csökkent. Megállapítják, hogy a hazai ércek felhasználható maximális mennyiségét a kedvezőtlen réztartalmuk határozza meg. Utalnak végül a báriumtartalom kedvezőtlen hatására.

E lapok hasábjain az 1970. évi 8. számban *Podányi Tibor* okl. bányamérnök egyetlen számottevő hazai vasércelőfordulásunk ércfajtáinak műszaki összehasonlító értékelését ismertette [1].

Podányi munkájából megállapítható, hogy a rudabányai ércek zsugorítóműveinkben helyettesíthetik bizonyos mértékben a hazai nyersvasgyártás bázisát képező szovjet aglóércet és koncentrátumot.

A szerző az összehasonlítás során szigorú tárgyilagosságra törekedett, számításai azonban egyrészt nélkülözik az egyes ércek kohósításának gazdaságosságát jellemző, érték szerinti helyettesítési arányok meghatározását, másrészt pontosításra szorulnak a kohósítási feltételeknek, valamint a nyersvas minőségével szemben támasztott igényeknek megfelelően.

Ez utóbbiakat figyelembe véve célszerűnek tartottuk a dolgozat kiegészítését a rudabányai vasércek relatív értékének, valamint felhasználható mennyiségének meghatározásával.

Vasércek relatív értéke

Vasércek kohászati értékének megállapítására alkalmas módszerek kidolgozásával igen sok országban számos kutató foglalkozott. Az értékszámítások alapelve általánosságban azonos, vagyis az állandó egyéb gyártási feltételekből kiindulva meghatározni a különböző ércminőségek felhasználásával gyártott termékek költségráfordítási viszonyszámait.

Legbiztosabb összehasonlítási alapot a nyersvas önköltségének alakulása ad, illetve az a feltétel, hogy a különböző ércekből gyártott nyersvas önköltsége azonos legyen a bázisként felvett érből gyártottéval.

A fenti feltétel *W. Luyken* [2] jelölései szerint az alábbi módon írható fel:

$$S = M + V + K \qquad (1)$$

ahol S – 1 tonna nyersvas önköltsége,
M – az elegyköltség
V – a kohósítás költségei
K – a rezsiköltségek

Ebben a képletben S állandó (bázisönköltség), M pedig tartalmazza a keresett értéket.

Ércek metallurgiai értékének meghatározására ez a leginkább elterjedt módszer, amely szerint az értékelés egy ún. relatív érték meghatározása útján történik [2, 3, 4, 5].

A vasércek relatív értéke itt nem jelenti sem az érc árát, sem önköltségét, csupán annak a bekerülési árnak mutatója, amelyet a kohászatnak módjában van kifizetni a nyersvas bázis önköltségének növelése nélkül.

Podányi műszaki számításai azt mutatják, hogy az ércek zsugorítóműi felhasználásával — azonos gyártási feltételek mellett — lényegében azonos fémtartalmú kohói betét készíthető a szovjet ércekből, valamint a szovjet és rudabányai ércek keverékéből.

Ez a tény azonban egyáltalában nem azt jelenti, hogy hazai érceink egyenértékűek az importált szovjet ércekkel, legfeljebb együttes felhasználásuk célszerűségére utal.

A relatív értékelési módszer alapján előzetesen meg kell határozni a szovjet ércek kohósításakor

1. táblázat

Acél ny. vasösszetétele %	LKM			OKÜ			DV		
	1969	1970	1971 I.	1969	1970	1971 I.	1969	1970	1971
C	3,94	3,93	3,89	3,89	3,90	3,88	4,09	4,03	4,06
Si	0,77	0,73	0,77	0,71	0,71	0,78	0,97	0,98	1,10
P	0,10	0,09	0,09	0,21	0,16	0,16	0,13	0,11	0,15
S	0,04	0,04	0,04	0,057	0,048	0,046	0,069	0,073	0,061
Mn	0,86	0,81	0,58	0,71	0,49	0,56	0,98	1,02	1,03
Cu	0,10	0,09	0,08	0,10	0,10	0,12	0,04	0,05	0,04

gyártható nyersvas önköltségét, az anyagfelhasználásoknak, azok bekerülési árának és a nagyolvasztó teljesítőképességének megfelelően. A tényleges értékarányokat pedig azon feltétel szerint kell megállapítani, hogy ez a bázisönköltség a hazai ércek felhasználásakor sem változhat.

Az ilyen irányú vizsgálatokat *Podányi* tanulmánya nélkülözi.

Néhány szó a mangán és a réz szerepéről

A borsodi térség nyersvasgyártásában az elmúlt két év folyamán igen jelentős változások történtek. A két vasművet zsugorítvánnyal ellátni hivatott Borsodi Ércelőkészítő Mű (BÉM) felfutásával a nagyolvasztói betét már jelenleg is több mint 90%-ban előkészített, amelynek következtében a nagyolvasztók elegykihozatala jelentősen javult és a fajlagos kokszfogyasztás mintegy 30%-kal csökkent.

A megváltozott elegyviszonyok-többek között — a salakmennyiség és a kénkoncentráció csökkenését eredményezték. Előzőek és más okok következtében a gyártás során méginkább megszűnőben van a mangán szerepe, amelyet a nyersvasban a jelenleg gyártott acélminőségeknél a magyar acélgyártók is gazdasági megfontolások alapján csak bizonyos mértékben igényelnek.

Az elegykihozatal jelentős javulása a nagyolvasztók teljesítmény-növekedését eredményezte. A többlet nyersvastermelés egy részét (acélgyártási kapacitás hiányában) kohászatunk exportálta. Ez a tendencia a jövőben is maradandónak látszik, ezért a gyártott nyersvas minőségére különösen nagy gondot kell fordítanunk. Az 1970. és 1971. évi tapasztalatok azt mutatják, hogy a 0,05%-nál nagyobb réztartalmú nyersvas gyakorlatilag értékesíthetetlen. A jelenlegi körülmények között ezt a követelményt csak a rudabányai ércek esetenkénti elhagyásával lehet biztosítani, ami egyben azt is jelenti, hogy a hazai felhasználásra gyártott nyersvas réztartalma az átlagosnál nagyobb. Mind-

	Aglóérc			Aglóérc + Barnavasérc					
1. Hazai érc aránya, %	—	—	—	10	10	10	30	30	30
2. A nyersvas Mn tart. %	0,8	0,6	*	0,8	0,6	*	0,8	0,6	*
3. Szovjet ércek felh. kg/t zsugorítvány ...	808,37	815,96	838,51	758,75	765,86	781,96	645,53	651,55	655,67
4. Hazai ércek felh. kg/t zsugorítvány ...	—	—	—	84,31	85,10	86,89	276,66	279,23	281,00
5. Mn-érc felh. kg/t zsugorítvány	34,11	25,52	—	28,19	19,56	—	14,68	5,97	—
6. Mészkő felh. kg/t zsugorítvány	296,00	295,47	293,91	273,29	272,55	270,88	221,49	220,27	219,44
7. Zsugorítvány Fe tart. %	45,092	45,422	46,387	44,992	45,320	46,100	44,762	45,087	45,280
8. Zsugorítvány Mn tart. %	0,6403	0,4833	0,017	0,6389	0,4822	0,127	0,6356	0,4797	0,370
9. Zsugorítvány Mn. szüks. %	0,6403	0,4833	—	0,6389	0,4822	—	0,6356	0,4797	—
10. Zsugorítvány (kohóelegy) Fe + Mn tartalma %	45,733	45,906	46,404	45,631	45,802	46,227	45,398	45,566	45,650

* A nyersvas mangántartalma az elegyalkotók által bevitt és hasznosított szintnek felel meg.

ez acéltermékeink rézdúsulásának veszélyét rejti magában. Figyelembe véve minőségi acélgyártásunk felfutását, az igényesebb termékek gyártására való törekvésünket, végül és nem utolsó sorban azt a tényt, hogy az acélgyártásban felhasznált amortizációs hulladék réztartalma már így is rendkívül magas, a gyártott nyersvas réztartalmának csökkentésére kell törekednünk.

Az *1. táblázatban* feltüntettük a nagyolvasztóműveinkben 1969-ben, 1970-ben és 1971. I. félévében gyártott acélnyersvasak átlagos összetételét.

A táblázat adatai megfelelően tükrözik azt a törekvést, hogy a feldolgozás során csak csekély mértékben hasznosítható, kokszigényes mangánmennyiséget az acélnyersvasban csökkentsük. A megelőző évek átlagos 1% feletti mangántartalma a borsodi térségben már jelenleg is 0,6% alatt van, és a közeljövőben várható, hogy a hazai ércek, illetve ércpótlók által bevitt és hasznosítható minimális szintre csökken.

Azt is megállapíthatjuk, hogy a szigorúbb és célszerűnek tartható mércének is eleget tevő réztartalom, a piritpörk felhasználás ellenére is csak a Dunai Vasműnél (nem használ rudabányai ércet) biztosított.

Vasérceink hasznos tulajdonságainak meghatározásánál tehát csökkenő mértékben jelentkezik a mangántartalom előnye, felhasználható mennyiségük megállapításánál pedig, az előzőek miatt, a felvett 0,2% nyersvas réz-tartalomnál lényegesen alacsonyabb szintet kell figyelembe venni.

Zsugorítóműi elegyszámítás (Fajlagos anyagszükségletek meghatározása)

Az elegyelőkészítési kapacitás további növekedése a BÉM újabb két zsugorítószalagjának üzembelépésével lehetőséget biztosít arra, hogy az LKM és az OKÜ nagyolvasztóinak betétjét gyakorlatilag 100%-ban „önjáró" zsugorítvány alkossa.

A megnövelt zsugorítóműi kapacitás azonban lehetőséget nyújt arra is, hogy a mangánérc zsugorítása a többi ércalkotóval együtt történjék. Számításainkat tehát a fentiek figyelembevételével végeztük.

Szovjet eredetű és hazai érceink összehasonlítása során az esetleges eltérések kiküszöbölésére *Podányi* munkájából indultunk ki, vagyis:

— az egyes elegyalkotókat a dolgozatban megjelölt összetétellel vettük figyelembe;

— átvettük a mangánszükséglet meghatározására vonatkozó javaslatot és az elegyszámítás elvét;

— a kohóbetét bázikusságának értékét ($p_2 = CaO + MgO/SiO_2 + Al_2O_3$) a kívánt 1,1-es szinten tartottuk.

Ennek megfelelően az előírt mangántartalmú és bázikusságú zsugorítvány (ill. kohóbetét), fajlagos érc- és hozaganyagszükségletét a következő egyenletrendszer megoldásával határoztuk meg:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \frac{100 - c_i}{100} = 1 \qquad (2)$$

2. táblázat

Koncentrátum			Koncentrátum + Dúsított pátérc							
—	—	—	10	10	10	20	20	20	30	30
0,8	0,6	*	0,8	0,6	*	0,8	0,6	*	0,8	*
864,11	873,84	903,08	803,75	812,78	830,92	739,20	747,49	755,47	670,01	676,48
—	—	—	89,31	90,31	92,33	184,80	186,87	188,87	287,15	289,92
40,95	30,72	—	31,04	20,72	—	20,44	10,02	—	9,08	—
191,86	190,05	184,64	166,56	164,47	160,29	139,50	137,12	134,82	110,51	108,17
53,988	54,484	55,990	53,900	54,390	55,389	53,797	54,290	54,76	53,692	64,102
0,7666	0,5797	0,018	0,7653	0,5787	0,204	0,7639	0,5776	0,399	0,7625	0,602
0,7666	0,5797	—	0,7653	0,5787	—	0,7639	0,5776	—	0,7625	—
54,754	55,063	56,008	54,661	54,969	55,693	54,561	54,867	55,159	54,454	54,704

$$\sum_{i=1}^{n} x_i[CaO_i + MgO_i - 1{,}1(SiO_{2i} + Al_2O_{3i})] = 0 \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i\left(\frac{[Mn]\cdot Fe_i}{[Fe]\cdot \eta_{Mn}} - Mn_i\right) = 0 \quad (4)$$

ahol x_i a felhasználásra kerülő vasércek, mangánérc és mészkő fajlagos felhasználása, t/t zsugorítvány;

c_i a felhasznált elegyalkotók CO_2 + hidrátvíz tartalma, %;

CaO_i, MgO_i, Fe_i, stb. a felhasznált elegy alkotók CaO, MgO, Fe, stb. tartalma, %;

[Fe], [Mn] a nyersvas ferrum (94%) és kívánt mangántartalma, %;

$\eta_{Mn} = 0{,}6$ a magánredukció mértéke a nagyolvasztóban.

Az összehasonlíthatóság kedvéért számításainkat a nyersvas mangántartalmának függvényében három változatban végeztük el:

— a nyersvas kívánt mangántartalma 0,8%,
— a nyersvas kívánt mangántartalma 0,6%,
— a nyersvas mangántartalmát nem írtuk elő.

Az elegyszámításokból kapott eredményeket a *2. táblázatban* tüntettük fel.

A táblázat adatai alapján megállapíthatjuk, hogy a rudabányai ércek felhasználásával a zsugorítvány, illetve a kohóbetét hasznos fémtartalma (Fe + Mn) csökken. A csökkenés mértéke az első két változatnál (0,8, ill. 0,6% mangánszint-tartása mellett) jelentéktelen. (Lásd a 2. táblázat 10. sorát).

Podányi számításai szerint ez a tendencia ellenkező előjelű. Ennek oka egyrészt a mangánércnek és mészkőigényének közvetlenül a nagyolvasztóba történő adagolása (és nem a zsugorítószalagra), másrészt az, hogy a kohóbetét hasznos fémtartalmát a mangánérc nedvességtartalmának figyelembevételével állapította meg.

Meggyőződésünk, hogy egyes tényezők elhanyagolása (mechanikai veszteségek, a rudabányai ércek báriumszulfát tartalmának ferrumveszteség

	Aglóérc			Aglóérc + Barnavasérc					
1. Hazai érc aránya, %	—	—	—	10	10	10	30	30	30
2. A nyersvas Mn tart %	0,8	0,6	*	0,8	0,6	*	0,8	0,6	*
3. Felhaszn. szovjet ércek értéke Ft/t zsugorítvány	383,19	386,79	397,48	359,67	363,04	370,68	306,00	308,85	310,81
4. Felhaszn. Mn-érc értéke, Ft/t zsugorítmány	17,14	12,82	—	14,16	9,83	—	7,38	3,00	—
5. Felhaszn. mészkő értéke, Ft/t zsugorítvány	18,35	18,32	18,22	16,94	16,90	16,79	13,73	13,66	13,61
6. Összesen Ft/t zsugorítvány	418,68	417,93	415,70	390,78	389,77	387,47	327,11	325,51	324,41
7. A hazai ércekre fennmaradó értékkülönbözet, Ft/t zsugorítvány	—	—	—	27,91	28,17	28,23	91,58	92,42	91,29
8. A hazai ércek értéke (száraz állapotban, a felvett összetételre vonatkoztatva) helyt felhasználók mű/Ft/t érc	—	—	—	331,01	330,99	324,87	331,01	330,99	324,87
9. A hazai ércek értékaránya a szovjet ércekhez viszonyítva % ..	—	—	—	69,83	69,83	68,52	69,83	69,83	68,52
10. A hazai ércek súly szerinti helyettesítési aránya, t szovjet érc/t hazai érc	—	—	—	0,5885	0,5887	0,6507	0,5886	0,5888	0,6507

* A nyersvas mangántartalma az elegyalkotók által bevitt és hasznosított szintnek felel meg.

növelő és nehéz munkakörülményeket teremtő hatása a nagyolvasztóknál, a kénbevitel változása, stb.), a számítások elvi hibái (pl. a kihozatali mutatók meghatározási módja a kénillanás mértékének, a vas és mangán oxidációs foka változásának figyelembe vétele nélkül) nagyobb hibát okozhatnak, mint amilyen előnyt — max. 4,85 kg/t betét —, illetve hátrányt — 3,45 kg/t betét — tulajdonítunk hazai érceinknek a kohóbetét hasznos fémtartalma szempontjából, 0,8, illetve 0,6% Mn-tartalmú nyersvas esetében.

Így mindkét számítás csak azt bizonyíthatja, hogy a felvett kémiai összetétel mellett a barnavasérc helyettesítője lehet az aglóércnek, a dúsított pátérc pedig a krivoj-rogi koncentrátumnak, mivel a nyersvasgyártás főbb mutatóit meghatározó tényező — az elegykihozatal — az import ércek egyedi felhasználása, illetve a hazai ércekkel történő részleges helyettesítése esetén lényegében változatlan.

Változatlannak tekinthető tehát a fajlagos kokszfogyasztás, a nagyolvasztók teljesítménye is, ellentétben azzal a következtetéssel, hogy „a hazai ércek az import ércekhez keverve nyersvas-termelés növekedést tesznek lehetővé a kohótérfogat jobb kihasználása révén".

A főbb nyersvasgyártási mutatók azonos szintje az import ércek egyedi, illetve hazai ércekkel történő kohósításakor meghatározza vasérceink felhasználásának célszerűségét, de nem jellemző értékükre. Világosan kitűnik ez a 2. táblázat anyagfelhasználási rovataink összehasonlításakor:

100 kg barnavasérc csak 58—65 kg aglóércet,
100 kg dúsított pátérc csak 67—78 kg koncentrátumot helyettesít.

Érceink értékét az adott esetben ezek a súly szerinti helyettesítési arányok határozzák meg elsősorban, azonban nem tartalmazzák a hozag- és adalékanyagszükséglet változásának kedvező hatását, amely részben csak savanyú ércekkel együtt történő kohósításkor jeletkezik.

A barnavasérc és a dúsított pátérc relatív értéke

Vasérceink relatív értékének meghatározásakor az egyszerűség kedvéért eltekinthetünk a nyersvas önköltségének számításától, mivel az összehasonlításra kerülő ércek, illetve érckeverékek fel-

3. táblázat

Koncentrátum			Koncentrátum + Dúsított pátérc							
—	—	—	10	10	10	20	20	20	30	30
0,8	0,6	*	0,8	0,6	*	0,8	0,6	*	0,8	*
453,97	459,08	474,44	422,26	427,00	436,53	388,34	392,70	396,89	352,00	355,40
20,58	15,44	—	15,60	10,41	—	10,27	5,03	—	4,56	—
11,90	11,78	11,45	10,33	10,20	9,94	8,65	8,50	8,36	6,85	6,71
486,44	486,30	485,89	448,18	447,61	446,47	407,26	406,24	405,25	363,41	362,10
—	—	—	38,26	38,69	39,42	79,18	80,07	80,64	123,03	123,79
—	—	—	428,46	428,46	426,98	428,46	428,45	426,98	428,46	426,98
—	—	—	81,56	81,56	81,27	81,56	81,56	81,27	81,59	81,27
—	—	—	0,6758	0,6761	0,7816	0,6759	0,6761	0,7816	0,6760	0,7816

használásával gyártott zsugorítvány vegyi összetétele, illetve minősége gyakorlatilag azonos.

Ilyen kohósítási körülmények között a kohósítási és rezsiköltségeket befolyásoló fajlagos tüzelőanyagfelhasználás, valamint a termelhető nyersvas mennyisége állandó.

Az ércek relatív értékének meghatározási feltétele tehát az érc, hozag és adalékanyagok költségeinek (betétköltség, illetőleg fajlagos betétköltség) állandóságára korlátozódhat.

Az összehasonlítási alapul vett érc, valamint a hozag és adalékanyag bekerülési árának ismeretében, a kohói betétet alkotó zsugorítvány tonnamennyiségére vonatkoztatott anyagszükséglet meghatározásával a minősítendő érc relatív értékének számítására alkalmas képlet a következő alakra egyszerűsödik:

$$A'_R \cdot x_R = \sum_{i=1}^{m} A'_i (x_i - y_i) \qquad (5)$$

ahol A'_R a rudabányai érc relatív értéke, azaz a kohászat szempontjából maximálisan kifizethető bekerülési ára, a szovjet ércekhez viszonyítva, Ft/t száraz érc;

x_R a rudabányai érc fajlagos felhasználása, t/t zsugorítvány;

$m = 3$ a hazai vasérceken kívül felhasznált elegy alkotók száma (szovjet érc, mangán érc, mészkő);

A'_i a hazai vasérceken kívül felhasznált elegy alkotók bekerülési ára, Ft/t száraz elegy alkotó;

x_i a szovjet ércek, mangánérc, mészkő fajlagos felhasználása a szovjet ércek egyedi kohósításakor, t száraz elegy alkotó/t zsugorítvány;

y_i ua. a szovjet és hazai vasércek együttes kohósításakor;

$\sum_{i=1}^{m} A_i \cdot x_i$ 1 tonna zsugorítvány anyagszükségletének költsége a szovjet ércek egyedi felhasználásakor, Ft/t;

$\sum_{i=1}^{m} A_i \cdot y_i$ 1 tonna zsugorítványhoz felhasznált szovjet érc, mangánérc és mészkő anyagköltsége a szovjet és hazai ércek együttes kohósításakor, Ft/t.

A számítások eredményeit a fenti bontás szerint a *3. táblázat* tartalmazza. A szovjet ércek, az urkúti karbonátos mangánérc és a mészkő bekerülési árát az összetételnek megfelelően a jelenleg érvényben levő árképzés, illetve ár szerint a szállítási és egyéb költségek figyelembe vételével száraz állapotra határoztuk meg:

Szovjet koncentrátum	525,36 Ft/t
Szovjet aglóérc	474,03 Ft/t
Urkúti karb. Mn-érc	502,49 Ft/t
Mészkő	62,00 Ft/t

A számszerű eredmények azt mutatják, hogy hazai érceink kedvező meddőösszetétele bizonyos mértékig ellensúlyozza az alacsony ferrumtartalmat, hiszen az érték szerinti helyettesítési arány magasabb mint a súly szerinti:

100 kg barnavasérc 68,52—69,83 kg aglóércnek, 100 kg dúsított pátérc 81,27—81,56 kg koncentrátumnak felel meg értékben (3. táblázat 9. sora).

A fenti arányoknak megfelelően a barnavasérc relativ érték a szovjet aglóérchez viszonyított a felvett vegyi összetétel mellett:

324,87—331,01 Ft/t száraz érc;

a felvett dúsított pátérc értéke a szovjet koncentrátumhoz viszonyítva:

426,98—428,46 Ft/t száraz érc lehet.

A fenti értékek az érc bekerülési árát jelentik a felhasználó műnél.

A két érc összetételének figyelembevételével, a szállítási és egyéb költségekkel együtt bekerülési áruk száraz állapotban, az érvényben levő árak szerint:

Barnavasérc
(Fe = 32,13; Mn = 1,28; SiO_2 = 8,51) 343,52 Ft/t

Dúsított pátérc
(Fe = 42,07; Mn = 2,03; SiO_2 = 7,25) 534,81 Ft/t

Ha az összehasonlító számítások eredményeit összevetjük a jelenlegi tényhelyzettel arra a megállapításra juthatunk, hogy a barnavasérc ára értékéhez közel esik, a dúsított pátérc azonban irreálisan felértékelt.

Hazai érceink felhasználható mennyisége

Hazai érceink felhasználható mennyiségét tulajdonképpen kedvezőtlen réztartalmuk határozza meg. Az utóbbi évek átlagelemzései szerint ez az érték 0,15—0,20% körül mozog.

A dúsított pátércben a réztartalom szórása kicsiny, az átlag pedig 0,15%. A barnavasércre ez a megállapítás már kevésbé érvényes. Az 1968—1970. évi elemzési adatok szórása 0,2%-os átlag mellett, a $\pm$0,1%-ot is eléri, vagyis 0,1—0,3% között változik.

Kohászatunk a rudabányai érceket felhasználó borsodi térségben a negyedik ötéves terv végére évi 1,45—1,5 millió tonna nyersvasat kíván termelni. Ez azt jelenti, hogy a bevitt réz összmennyisége a nyersvas 0,05%-os réztartalma mellett évente 725—750 tonna lehet.

A kohászat jelenlegi barnavasérc felhasználása mintegy évi 240 et, a dúsított pátércé 200 et. Ez a mennyiség 0,2, ill. 0,15% réztartalom mellett is — a vashulladékok és ércpótló anyagok által bevitt réz figyelembe vétele nélkül — 780 t/év.

A tényszámok és a kívánt értékek összehasonlításából következtethetünk arra, hogy a jelenlegi rubadányai ércfelhasználás nagy volumene a gyártott nyersvas minőségét nagymértékben rontja és kohászatunk igénye a hazai ércek felhasználandó mennyiségére vonatkozóan a jövőben sem nőhet meg a gyártott termékek minőségét döntően befolyásoló kedvezőtlen réztartalom miatt.

Összefoglalás

Tanulmányunkban a hazai ércelőfordulásaink közül értékesnek tartott rudabányai barnavasérc és dúsított pátérc metallurgiai értékét kívántuk meghatározni a nyersvasgyártásunk bázisát ké-

pező szovjet ércekhez viszonyítva. A kérdés műszaki és gazdasági vonatkozásait átfogó számítások eredményét a következőkben lehet összefoglalni:

1. Hazai érceink felhasználása a nyersvas előírt réztartalma szerint meghatározott mértékben célszerű és a kohászat szempontjából gazdaságos is lehet, ha bekerülési áruk nem haladja meg a szovjet ércekhez viszonyított relatív értéket.

2. A gazdaságosabb, mangánszegény acélnyersvas gyártására történő átállással érceink mangántartalmának jelentősége csökken és a mangántartalom az árképzés szempontjából lényegtelen tényezővé válik.

Ezek a következtetések első látásra talán túl szigorúnak tűnnek, úgy gondoljuk azonban, hogy elfogultság vádja nem illethet bennünket, ugyanis:

— az ércek összehasonlítása során nyersvasgyártásunk tényleges technikai és gazdasági adottságaiból indultunk ki, továbbá

— mind műszaki, mind gazdasági szempontból figyelembe vettük érceink legfontosabb tulajdonságait — kedvező bázikusságukat —, sőt hasznos fémtartalmak megállapításánál mangántartalmukat is.

Természetesen nem térhettünk ki minden egyes tényező számbavételére. Nem vállalkoztunk az ércek ásványtani összetétele hatásának, zsugorítóműi tüzelőanyagszükségletének, a teljesítmény alakulásának; továbbá a rudabányai érceket jellemző, a gyártási feltételeket kedvezőtlenül befolyásoló nagy kén- és báriumszulfát-tartalom jelentőségének számszerű vizsgálatára. Említésre méltónak tartjuk azonban a következőket:

3. A barnavasérc felhasználása a zsugorítómű elegyben növeli a zsugorítószalag teljesítményét.

4. A rudabányai ércek kokszporigénye némileg nagyobb, mint a szovjet érceké.

5. A hazai ércekkel gyártott zsugorítvány kéntartalma mintegy 30%-kal nagyobb a szovjet ércek egyedi felhasználásával gyártotténál. (Még 80—90%-os elgőzölgés mellett is.)

6. A nagyolvasztói elegy báriumtartalmának növekedése a gyakorlati tapasztalatok szerinti intenzíven növeli a salakkal granáliák formájában távozó vas mennyiségét. A ferrumveszteség növekedése mellett nem elhanyagolható tényező az sem, hogy az öntőcsarnoki munka nagymértékben megnehezül.

(Erre a hatásra azért is fel kívánjuk hívni a figyelmet, mert az utóbbi évek átlagelemzései szerint a dúsított pátérc ferrumtartalmának növekedésével együtt nőtt a bárium mennyisége is).

Nem foglalkoztunk a tanulmányban az ankerit és a mészkő összehasonlításával, mivel a gyakorlatilag tiszta mészkővel szemben a szennyezőket (Cu ~ 0,2%; S >1,0%; BaO ~ 5,0%) tartalmazó ankerit felhasználása véleményünk szerint nem célszerű.

IRODALOM

[1] *Podányi Tibor:* Rudabányai vasércek értékelése BKL-Kohászat 1970. 344. old.

[2] *Luyken, W.:* Podgotovka szürüh materialov k domennoj plavke. Metallurgizdat, 1959.

[3] *Pochvisznyev, A. N.:* K vaproszu o metallurgicseszkoj acenke zseleznüh rud vosztocsnoj Szibiri AN. SzSzSzR, 1960. 47—53. old.

[4] Mirovoj rünok zseleznoj rudü. ENSz. EGB. N° R. 69. II. E. 10. 1968.

[5] Hazai vasércek felhasználásának műszaki-gazdasági értékelése. (Kézirat. Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés. 1968. április.)

A folyamatos acélöntő berendezések termelékenységének növelése és a profilválaszték bővítése a Szovjetunióban

V. SZ. RUTESZ, a műszaki tudományok doktora
Szovjetunió

DK.: 621.74.047:669.18(47)

A folyamatos acélöntő művek teljesítménye állandóan növekszik egyrészt a buga húzási sebességének növelése révén, másrészt az „olvasztást-olvasztásra" módszer bevezetésével, amikor is öntés során az acél megszakítás nélkül folyik a kristályosítóba, ami nagymértékben növeli a gépidőt és a folyamatos acélöntő gép teljesítőképességét.

Annak érdekében, hogy a folyamatosan öntött termékek minőségét javítsák, egyre szélesebb körben használatos az acélsugár elszigetelése az atmoszférikus levegő oxigéntartalmának hatásától, egyrészt az üstben, másrészt az öntés folyamán közvetlenül az öntőgépen az acél vákuumozása, az acél szintetikus salakokkal történő kezelése, mágneses mező és ultrahang használata, valamint a különböző és az előzőekben említett eljárások együttes alkalmazása, valamint hengerléssel történő kombinálása.

Az a gyors növekedés, ami megfigyelhető a Szovjetunióban a folyamatos acélöntő berendezések fejlesztésében, a folyamat gazdaságosságával, valamint a felhasználóknak a kohászati termékek minőségével kapcsolatos fokozódó igényével magyarázható. A kohászati ipar fejlődésének elemzése azt mutatja, hogy az acélolvasztó berendezések termelékenysége gyorsan növekszik, s ezzel kapcsolatban a hengerművek építésekor kitűnik a hengerállványok egyre nagyobb teljesítőképessége. Hasonló módon növekszik a széles szalag, a folyamatos profil és az abroncs sori berendezések fejlődése.

A fejlődésnek ilyen tendenciája megkívánja a tuskó súlyának növekedését, főleg a keresztmetszet növelése útján.

Az acél adott dermedési körülménye mellett a tuskó keresztmetszetének növelése minőségi romláshoz vezet: fokozódik a szövet szerkezeti és kémiai inhomogenitás, romlik a felület minősége. A tuskó keresztmetszetének növekedésével egyre inkább növekszik ennek, valamint a belőle készült késztermékeknek méretei közti különbség, vagyis mindinkább megnő a tuskó hengerlésére fordított munka.

Amint a Szovjetunióban nyert tapasztalatok mutatták, ezek az alapvető hiányosságok döntő mértékben megszüntethetők az acél folyamatos öntésével. Ezzel kapcsolatban az 1971—75. években a terv szerint a Szovjetunióban néhány nagyteljesítményű folyamatos acélöntőmű épül, amelyek együttes teljesítőképessége sokszorosan felülmúlja a jelenlegiekét.

Ez a fejlesztés arra a hatalmas munkára támaszkodik, amelyet a folyamatos acélöntéssel kapcsolatos elméleti kutatások, valamint a különböző profilú és különböző nagyságú keresztmetszetek technológiájának kimunkálása során nyertek az igen nagyszámú, különböző minőségű acélok gyártásakor. A tervezéshez nagy segítséget nyújtottak azok a korszerűsítések és a folyamatos üzemi gyakorlat során nyert tapasztalatok, amelyeket az üzemben levő berendezések tanulmányozása során nyertek.

Az acélgyártó berendezések nagy mérete, rövid és kiegyensúlyozott olvasztási ciklusa a rendkívül széles határok közt mozgó tuskóméretekkel együtt merőben új igényeket támasztottak a folyamatos acélöntő berendezések munkafeltételeivel szemben. A Szovjetunióban hatalmas ipari berendezéseket terveznek olyan feszített ritmusú munkára, hogy a berendezések előkészítése a soronkövetkező olvasztáshoz, valamint a profil változtatáshoz szükséges időveszteség a lehető legkisebb legyen.

A folyamatos acélöntő berendezések szerkezeti sajátosságai

A Szovjetunióban üzemelő berendezéseken leönthető brammák szélessége 300 mm-től 2000 mm-ig, vastagságuk pedig 70 mm-től 315 mm-ig változik. Kör, illetve négyszög szelvény esetén a határértékek 55 és 520 mm. Ebből a célból olyan univerzális acélöntő berendezéseket hoztak létre, amelyek lehetővé teszik a típusméretek széles választékát a profilváltás nagyon kis időigényével.

A berendezések egyik alapvető technológiai szerkezeti része a kristályosító. Ennek szerkezetétől döntő mértékben függ az öntött szál minősége, valamint az egész berendezés működésének állandósága.

A korábban végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a vörösrézből készült kristályosítók falában az acél öntésekor lényegesen nagyobb termikus feszültségek keletkeznek, mint a folyáshatár. Ilyen esetekben megfigyelhető volt a falak deformációja kidomborodás és behúzódás formájában. A kidomborodások következtében a tuskó felületén repedések keletkeznek, a behúzódás miatt pedig megszűnik a kristályosító falak, valamint a támasztó acéllapok közti szoros illeszkedés. Mindenfajta deformáció lehetősége és mérete megnövekedett a leöntött tuskó méretének növekedésével.

A kristályosítók falában mért hőmérsékleti mezők és deformációk eredménye lehetőséget nyújtott olyan elméleti számítások kidolgozására, amelyek segítségével a kristályosítók hőmérsékleti és szilárdsági értékelése elvégezhető és így meghatározható ezek új szerkezete. Az elméleti és gyakorlati tapasztalatok alapján a Szovjetunióban létrehoztak és használatba vettek már nagyüzemi feltételek között olyan kristályosítókat, amelyek lehetővé teszik a tuskó kerületén az egyenletes hőelvezetést. Ezeknek a kristályosítóknak alkalmazása lehetőséget nyújtott az acélöntés sebességének lényeges növelésére.

A kristályosítók cseréjének meggyorsítására a hűtővizet két vízszintesen elhelyezett kollektoron keresztül vezetik hozzájuk. A kollektorokat a kristályosítók két oldalán helyezik el, közöttük a víz nyomását kiegyenlítő rugós feszítőelemmel. A kristályosító cseréjekor a kollektorokat hidraulikus dugattyúkkal széthúzzák. Miután az új kristályosítót behelyezték, a dugattyúk segítségével a kollektorokat újra a kristályosítóhoz feszítik. Így a kristályosító cseréjéhez szükséges idő nem több 15 percnél.

A Szovjetunióban használatos másodlagos hűtőrendszer különböző lehet. Így például hővédő lemezes, vízhűtéses hengeres, tartógerendás és ezek kombinációjából készült megoldás.

A hővédő lemezes, valamint a vízhűtéses hengeres megoldások lehetővé teszik a hő folyamatos elvezetését a lehűlő tuskó felületétől; a vízhűtéses, illetve tartógerendás, valamint a kombinált hűtőrendszerek a nagyméretű lemez tuskók geometriájának nagy pontosságát biztosítják. Az ilyen hűtőrendszerek egyszerűek, elkészítésük nem igényel túl sok munkát. Abban az esetben, ha acélkitörés következik be, ezeknek a hűtőberendezéseknek a cseréje és szabályozása egyszerű. Megemlíthető még, hogy ezek kis súlyú berendezések, készítésük gazdaságilag kifizetődő.

A másodlagos hűtők átalakítása, illetőleg beszabályozása a különböző méretű tuskók öntésekor hidraulikus rendszerek segítségével történik. Ez az átalakítás mindössze 2—3 percet igényel.

A csíraképző (beoltó) mennyiségének csökkentése nagyszámú különböző profilú tuskó öntésekor univerzális csíraképző és cserélhető kirstályosító használatával volt elérhető. Például lemeztuskó öntésekor a csíraképzőként használt lemez a lehető legvékonyabb, ugyanakkor szélessége a lehető legnagyobb.

A cserélhető csíraképzőfej megfelel a leöntésre váró tuskó méretének. Az ilyen megoldás következtében például 20 méretre ugyanaz a csíraképző fej használható.

A folyamatos acélöntő művek üzeme rendkívül nagymértékben automatizált a blokkoló rendszerek széleskörű felhasználásának következtében, amelyek a berendezés nagyszámú mechanizmusát kapcsolják össze.

Az ellenőrzőműszer rendszerek, valamint az automatika segítségével ellenőrzik az acélfürdő hőmérsékletét, automatikusan szabályozzák a kristályosítóban levő olvadt fém szintjét, a hűtővíz hőmérsékletét és adagolását, ellenőrzik mind a kristályosítóba, mind a másodlagos hűtőrendszerbe adott hűtővíz nyomását és mennyiségét, a tuskó hosszát, illetve méretre vágását, az öntés sebességét és a húzóhengerek sebességét, az oxigén nyomását és adagolását, a gázadagolást stb.

Üzemi tapasztalatok a berendezésekkel

A folyamatos acélöntő művekben a legnagyobb nehézséget a konvertermű gyors olvasztásai, illetőleg csapolásai jelentették. A konverterek munkájának nagy sebessége és több üst folyamatos kiöntése ugyanazon öntőgépen megnehezítette a berendezés munkáját. Ilyen ciklusban a kezdeti időszakban meglehetősen nehéz összeegyeztetni a konverterek és a folyamatos öntőgép nagyteljesítményű munkáját.

A közbenső öntőüstök részére előállított nagy tűzállóságú anyagok, a folyamatos öntőgép alapvető technológiai egységeinek tökéletesítése, a konverterekben olvasztott acél szabványos minőségének biztosítása, az olvadt acélnak a kristályosítóba történő beöntésére bevezetett korszerűsítés, az acél öntési sebességének és másodlagos oxidációtól való megvédésének megteremtése biztosította a konverterek és az öntőgép együttműködésének normális feltételeit és lehetőséget nyújtott „olvasztást-olvasztásra" elnevezésű, nagy termelékenységű öntési módszer bevezetésére.

A számítások azt bizonyították, hogy csupán ennek az elvnek a felhasználása konverter üzem feltételei mellett lehetőséget nyújtott a termelékenység legalább 20%-os növelésére egy öntőgépre számítva.

A novolipecki kohászati üzem konverter üzemét három 100 tonnás konverterrel és hat kétszálas folyamatos acélöntő berendezéssel szerelték fel, amelyen 900—1850 mm széles és 175—340 mm vastag lemeztuskók önthetők.

Az acélöntő műben bevezetett „olvasztást-olvasztásra" módszer elsajátítása a következőket eredményezte az üzemben.

a) A folyamatos acélöntőmű és a konverterek termelékenységének növekedése a kisegítő tevékenység gépidejének növelésével és a kiszolgáló személyzet munkaidejének jobb kihasználásával.

b) A folyamatos acélöntő mű üzemeltetési feltételeinek és a javítások minőségének javulása.

c) A közbenső üstök kihasználtságának fokozása és a tűzállóanyag felhasználás csökkenése.

d) A kihozatal növekedése, a vágási hulladék csökkenése.

Ennek a módszernek a sikeres bevezetése a következő intézkedések segítségével vált lehetővé.

Alapvető volt az emelő-forgatható asztalok beállítása, ami lehetővé tette a hosszas öntési folyamatok során tönkrement közbenső üstök cseréjét. A döngölt falazat alkalmazásáig a közbenső üstök tűzálló falazata egy öntésidőben legfeljebb öt olvasztást bírt ki, ez határozta meg a széria nagyságot. A közbenső üstök időszakos cseréjével lehetőség nyílt az olvasztási számok jelentős növelésére.

A közbenső üstök falazatának döngöléssel történő készítése az üstök tartósságának növelését eredményezte. A továbbiakban különleges üstöket alkalmaztak, ami jelentősen csökkentette az előzőkben jelzett meghatározó tényezőt az üstök tartósságában. Ilyen tényezőként jelölhető a csésze és a dugó tartóssága. Az olvasztások száma 8—12-re növekedett a közbenső üstök cseréje nélkül.

A másodlagos hűtőrendszerek munkájában a megbízhatóság növelése érdekében, valamint a folyamatos acélöntő mű üzemelési feltételeinek javítására a hosszú ideig tartó öntések során közvetlen áramú porlasztókat alkalmaztak, a kristályosító mozgató mechanizmusát hidraulikusról elektromechanikusra cserélték, megoldották a reve eltávolítását a másodlagos hűtőrendszer bunkerjából az öntés ideje alatt, megjavították a munkafeltételeket az autógén vágó részlegnél.

Az acélöntő üstök cseréjéhez szükséges idő csökkentésére, s ezzel együtt a folyamatosan öntött tuskó átmeneti szakaszában a minőség javítására kimunkálták és megvalósították a konverterek és a folyamatos acélöntő mű együttműködésének grafikonját. A soronkövetkező acél adag lecsapolása 15—20 perccel történik hamarabb, mint ahogy befejeződik az előző adag leöntése, s abban a pillanatban, amikor az előző üstből az acél kiöntése befejeződik, a következő üst már a megfelelő folya-

1. táblázat

Év	Kihozatal		Selejt		Levágott kg/t	Olvadék átlag súly tonna	Termelés t/óra	Olvasztások száma (leöntve 24 órában)	Névleges napok száma	Állásidő a névleges üzemidő %-ában
	betétből	olvadékból	kg/t	kihozatal %-ában						
1967	83,2	94,3	23,5	2,5	32,5	110,4	51	43,5	1979,67	28,3
1969	86,5	95,0	7,6	0,76	27,3	120,7	52,7	56,9	2047,7	3,2

2. táblázat

Év	Öntési csoportok %-ban az egészre vonatkoztatva											
	Azonos olvasztások	2—5 olvasztás	6—10 olvasztás	11—15 olvasztás	16—20 olvasztás	21—25 olvasztás	26—30 olvasztás	31—35 olvasztás	36—40 olvasztás	41—45 olvasztás	46—50 olvasztás	71 olvasztás
1967	8,3	91,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1968	7,3	72,8	2,8	3,9	5,5	4,5	3,2	0	0	0	0	
1969	5,8	41,6	15,6	12,7	8,6	5,5	4,6	2,5	1,7	1,03	0,24	1 öntés

matos acélöntő gép pódiumán tartózkodik. Ilyen munkaütem mellett az acélöntő üstök cseréjéhez szükséges 15—17 perc lecsökkent 9—12 percre.

A konverter üzem folyamatos acélöntő művében az „olvasztást-olvasztásra" módszer elsajátítása lehetővé tette az acélöntő gépek és a konverterek termelékenységének gyors növelését, s ezzel együtt az üzem munkájának műszaki-gazdasági mutatóinak gyors javítását. Az *1. táblázatban* láthatók az üzem egyes műszaki-gazdasági mutatói 1967. és 1969. évekre vonatkozóan.

Az „olvasztást-olvasztásra" öntési eljárás elsajátításának dinamikáját jól jellemzi a *2. táblázat.*

Mostanában megállapítást nyert, hogy a folyamatos acélöntő műben a leggazdaságosabb folyamatos acélöntési rendszer a 24 órás. Ennél hosszabb időtartam esetén nehezebbé válik az acélöntő mű egyes egységeinek ellenőrzése és az előkészítési tevékenység miatt megnövekszik az állásidő. Azonban kísérleti vizsgálatok során 3 napos folyamatos öntési periódust is megvalósítottak. A folyamatos acélöntő mű termelékenységének növekedésével párhuzamosan a megnövekedett gépidő mellett javultak a folyamatos acélöntő mű üzemeltetésének feltételei és a tervszerű javítások minősége.

Ma két konverter egyidejű munkája mellett az acélt három folyamatos öntőgépen öntik, abban az esetben viszont, ha három konverter üzemel, az acél leöntése 4—5 folyamatos öntőgépen történik. Az üstök lényegesen feszítettebb munkája nem befolyásolta tartósságukat. Ennek a módszernek a bevezetésével a gazdaságossági hatásfok különböző mutatók sorát tartalmazza, azonban mindössze a selejt és az öntött szálak vágása miatt keletkező fémveszteség csökkenése következtében 1969-ben 1 850 000 rubel volt a megtakarítás 1967-hez viszonyítva.

Az öntési sebesség növelése a folyamatos acélöntő gépen

Az acélolvasztó berendezések térfogatnövelése, s ezekkel együtt az acélöntő üstök befogadóképességének 250—300 tonnáig növelése megkövetelte az öntött szál húzási sebességének növelését, s ezzel együtt az acélnak az üstből történő kiöntési idejének csökkentését. A hosszú évek gyakorlatával alátámasztott elméleti vizsgálódások azt mutatták, hogy az öntött szál húzási sebessége döntően a kristályosítóból kilépő tuskó megdermedt falának vastagságától függ.

A kristályosodási front kiegyenlítésének egyik lehetséges módszere a hőelvonás szabályozása a kristályosítóban a tuskó kerülete mentén, úgyszintén a tuskó felületi hőmérsékletének csökkenését meghatározó törvények biztosítása. A számítások azt mutatták, hogy amennyiben a kéreg egyenletesen vastagszik, a 210×1250 mm-es lemez tuskó öntési sebessége 0,6 m/perc-ről 2,9 m/perc-re növelhető (vagyis csakem ötszörösére). Ekkor a kristályosítóból kilépő tuskó kéreg falvastagsága 16 mm is lehet.

Amint már fentebb látható volt, elméleti meggondolások alapján olyan kristályosítót hoztak létre, amelyik lehetővé teszi az öntési sebesség növelését a kristályosodási front egyenletességének, valamint a tuskótól a hőelvezetés intenzitásának növelésével. Az öntött szál húzási sebességének növekedésekor a tuskó középvonalában általában a minőség romlik. Azonban lehetőség nyílt a folyékony fázis mélységének csökkentésére a dermedési folyamat intenzitásának a folyékony fémbe adagolt fémadalékok segítségével történő növelésével.

A fémadalék szemcsék, amelyek egyeidőben csíraképzőként és a folyékony acél hűtőközegeként szolgálnak, biztosítják a kristályosodás sebességének növekedését és csökkentik a folyékony fázis mélységét. Csakis ezzel a módszerrel sikerült elérni a kétszeres öntési sebességet, ugyanakkor a teljes megdermedéshez szükséges idő 30—50%-kal csökkent. A különböző acélminőségekre sikerült megtalálni a fémadalék optimális mennyiségét.

A kristályosodási front egyenletessége és a kristályosodás sebességének a növelése folyamatos acélöntéskor a tapasztalatok szerint elérhető még: vákuumban történő öntéssel, elektromágneses nézőmezőnek vagy ultrahangnak alkalmazásával, valamint ezeknek a módszereknek a kombinációival.

A Szovjetunióban számításokkal meghatározták az öntési sebesség határértékeit függőleges elrendezésű folyamatos acélöntő gépekre. A hosszanti irányú sebességek nagyságát a következő tényezők határozzák meg:

1. A tuskó hosszában fellépő húzófeszültségek, amelyek a kristályosítóban jelentkező súrlódó erők eredménye.

2. A ferrosztatikus nyomás következtében keletkező feszültségek.

Ha σ_1 — a húzófeszültség, és σ_2 — a ferrosztatikus nyomás következtében fellépő feszültség, akkor a képlékenységi feltételek szerint kapjuk, hogy

$$|\sigma_1|+|\sigma_2|\leq\sigma_1 \tag{1}$$

$$\sigma_1=\frac{\mu\gamma\cdot H\sqrt{n}}{2k}\sqrt{v}; \tag{2}$$

ahol μ súrlódási tényező
γ folyékony acél fajsúlya
H a kristályosító tényleges hossza
V öntési sebesség
k dermedési tényező

$$\sigma_2=0{,}5\gamma H\left(\frac{a}{k\sqrt{H}}-2\right)^2 \tag{3}$$

ahol a tuskó vastagsága.

σ_s a kéreg hőmérsékletétől függ, meghatározása a kéreg hőmérsékletének lineáris változásából kiindulva történik

($T_{krist}=1500$ °C és $T=T_f$ között)

ahol T_{krist} a kristályosodás hőmérséklete
T_f a tuskó felületének hőmérséklete

A σ_s nagysága a hőmérséklettől függően változik (1000—1500 °C között) a következő egyenlet szerint

$$\sigma_s=127{,}5\ (1-l^{-5{,}33t}) \tag{4}$$

σ_1; σ_2; σ_3 értékek birtokában meghatározható a következő egyenlet a négyzet szelvényű tuskók öntési sebességének meghatározására a kristályosító aktív zónájának különböző hosszúsága esetén

$$0{,}5\gamma H\left[\frac{\mu\sqrt{H}}{k}\sqrt{v}+\left(\frac{a}{k\sqrt{H}}\sqrt{v}-2\right)^2\right]=$$

$$=127{,}5\left(1-e^{-5{,}33\frac{H}{t}}\right); \qquad (5)$$

Az eddig elért sebességek 2—3-szor kisebbek az elméleti szélső sebességi értékeknél, ami általában magyarázható:

a) A kéreg egyenetlenségével, amely belső oldalán mélyedéseket és kidudorodásokat tartalmazhat. Ezek feszültség koncentrációkat eredményeznek;

b) A kéreg szükségesnél vastagabb méretével biztonsági meggondolásokból, nehogy fémkitörés következzék be.

A nagyszelvényű tuskók öntésekor az öntési sebesség növelését korlátozó legfontosabb tényező a ferrosztatikus nyomás. Ebben az esetben a súrlódási tényező csökkentése lényeges eredményt nem ad és legcélszerűbbnek olyan módszer megteremtése ígérkezett, amelynek segítségével az öntvényfal mentesíthető a ferrosztatikus nyomás hatásától, különösen a kristályosítóból kilépésekor. Ilyen célból a Szovjetunióban létrehoztak hatásos másodlagos hűtőrendszereket, amelyek lehetővé teszik a nagyszelvényű tuskók öntési sebességének növelését.

Az öntési sebesség határértéke ugyancsak függ a kristályosító aktív zónájának (a) hosszától.

Négyzetszelvényű tuskók öntésekor az „a" minden értékére vonatkozóan létezik egy öntési sebesség határérték, ezek közt ez a maximális érték rendkívül élesen kifejezett az $a=300$ mm szelvényű tuskókra. A leöntendő öntvények keresztmetszetének növelésekor a maximális öntési sebesség eltolódik a kristályosító aktív zóna hosszának nagyobb értékei felé.

Azonban $a=500$ mm értékeknél az öntési sebesség a kristályosító aktív zónájának hosszától alig függ.

Üzemi öntési sebességek elemezése négyszög és négyzetszelvényű öntecsek esetében

Üzemi feltételek mellett a folyamatos öntés maximális sebességét tényezők sora határozza meg, amelyek közül a legfontosabbak: az acél kristályosodási intervalluma, a kristályosodási front egyenletessége, a kéreg szilárdsága nagy hőmérsékleten, a kéreg ellenállási képessége hirtelen túlhűtések esetében, stb.

A folyamatos acélöntési gyakorlat azt mutatta, hogy a „k" profilöntecsek esetében 0,20 és 0,30 t/óra·cm értékek között változik. Emellett minél kisebb a profilöntecs keresztmetszete, annál inkább önthető nagy sebességgel, vagyis „k" ekkor növekszik.

Folyamatos acélöntő gépeken 150—250×800—2000 mm keresztmetszetű öntecsek gyártásakor „k" értéke 0,23—0,36 között változik.

Körkeresztmetszetű profilok folyamatos öntése acélból és ötvözetekből

A Szovjetunióban kimunkálták a folyamatos acélöntő gépek alapvető egységeinek eredeti megoldásait és a megfelelő technológiát, amely lehetővé teszi acélok és ötvözetek folyamatos öntését körkeresztmetszetű tuskókká, amelyek maximális átmérője 500 mm lehet, állandó öntési sebesség mellett. Alapvető szerkezeti egységként említhető kristályosító, másodlagos hűtési rendszer, a húzómű stb. A létrehozott berendezések és technológia lehetőséget nyújt olyan termékek előállítására, amelyek profilja nem deformálódik, kristályszerkezetük homogén külső és belső repedések nélkül, s amelyek külső felülete jó minőségű.

Az új módszerrel leöntött körkeresztmetszetű tuskókból pilger berendezéseken több üzemben csöveket hengereltek. A legyártott varratmenetes melegen hengerelt csövek kitűnő minőségűek.

Anyaghiba miatt a csőhengerlés során selejt nem keletkezett, az egész gyártási folyamatot figyelembe véve 1 tonna csőre felhasznált fém mennyisége 30%-kal csökkent, a másodosztályúvá minősített csövek mennyisége tízszer kevesebb volt, mint a hagyományos tuskókból készült csövek gyártásakor. A csőgyártás önköltsége 15%-kal csökkent.

A körszelvényű tuskók gyártásához szükséges berendezések és technológia könnyűszerrel bevezethetők a különböző rendszerű folyamatos acélöntő művekben minimális költségkihatás mellett. Ezek úgyszintén sikeresen felhasználhatók a vákuumívfényes és elektrosalakos átolvasztási eljárásoknál használatos elektródák gyártásához.

Vasúti síngyártás folyamatosan öntött félkésztermékekből

A vasúti szállítás során megnövekedett árumennyiség, amely egyrészt a szállítóegység súlyának, másrészt sebességének növekedésében jelentkezik, a vasúti sínek minőségének javítását, tartósságuk növelését tette szükségessé.

A sínek élettartamának növelése a továbbiakban többek között megvalósítható ötvözött acélból történő gyártással. Így például a 0,5—1% krómtartalmú acélokból gyártott sínek élettartama 1,5-szörösére növekedett.

Az ötvözetlen acélokból készült sínek minőségének javítása jó hatásfokkal elvégezhető hőkezeléssel, pl. olajban edzéssel és azt követően megeresztéssel. Ez az eljárás lehetővé teszi a sínek élettartamának növelését 1,8—2,0-szeresére. Azonban az acélok élettartamának ilyen növelése nem oldja meg teljes egészében a kérdést.

A megoldások közül az egyik lehetőség a sínek gyártása folyamatosan öntött acél félkésztermékekből. A folyamatosan öntött acél termékben a kristályosodás sebessége lényegesen nagyobb, mint a kokillába öntött acél esetében, s ez a felületi rétegekben finomszemcsés kristályszerkezetet eredményez. Hengerléskor ez a felületi réteg kerül a sín fejébe.

Folyamatos öntéskor a megdermedés lényegesen rövidebb idő alatt játszódik le és ez kedvezően befolyásolja a zárványok eloszlását; a folyamatosan

öntött félkésztermékekre jellemző a rendkívül finom szemcséjű nemfémes zárvány.

A folyamatosan öntött félkésztermékekből gyártandó sínek esetében lehetőség nyílik ezekre az előnyöknek a figyelembe vételére.

Abban az esetben, amikor a folyamatosan öntött félkész termékből olyan termékeket hengerelnek, amelyeknél a megbízhatóság rendkívül fontos, nehézséget jelent a makró szövetszerkezet, mivel a folyamatosan öntött félkésztermékben tengelymenti szívódások, illetve pórusosság található az ehhez kapcsolódó tengelymenti dúsulással.

A tengelymenti pórusosság kialakulására a folyamatos acélöntéskor befolyást gyakorolnak az acél kémiai összetétele, a szelvény mérete és geometriája, úgyszintén az öntés alapvető technológiai paraméterei.

Az acél karbontartalmának növelésével megnövekszik a térfogatos zsugorodás, következésképpen a tengelymenti pórusosság és szívódás. Hasonló hatású az öntvény keresztmetszetének csökkentése, aminek következtében csökken az egységnyi hőátadó felületre eső dermedésben levő fajlagos fémtömeg. Ennek következtében elsődlegesen tűalakú kristályzónák képződnek, miközben az öntvény hőtengelyében koncentrálódnak a pórusok. A tengely mentén koncentrálódott pórusok általában a következő képlékeny megmunkálások során nem tűntethetők el.

Ilyen módon a kielégítő makró szövetszerkezet biztosítása érdekében célszerűnek látszott folyamatos öntéskor a nagykeresztmetszetű szelvények használata. Megállapítást nyert, hogy folyamatos öntéssel gyártott termékek esetében a négyzetszelvényről téglalap alakú szelvényre áttérés — az oldalak közti arány kicsi — elősegítette a szívódásos pórusok szétoszlását. Abban az esetben, ha az oldalak arányát megnövelik, ez magával vonja a keresztmetszeti szelvény hosszabbik tengelye mentén a pórusok, valamint a dúsulás koncentrálódását.

A kísérleti sínek makró szövetszerkezetét etalonok segítségével ellenőrízték. A kísérleti gyártás folyamán legyártott 280×320 mm-es szelvényű félkésztermékek makró szövetszerkezete kielégítő minőségű volt. Az ezekből legyártott sínek makró szövetszerkezetében a tengelymenti dúsulás csak kis mértékben volt megfigyelhető, nemfémes zárványok hiányoztak.

A legyártott acélok mechanikai tulajdonságai megfeleltek a szabványok előírásainak és nem különböztek a szokásos módon öntött és hengerelt sínek mechanikai tulajdonságaitól.

Ezek szerint a folyamatosan öntött félkésztermékekből hengerelt sínek szövetszerkezetét a szokásos módon gyártottakéhoz viszonyítva a sokkal finomabb perlitszerkezet jellemzi.

A 150 tonnás konverterekben olvasztott acélból folyamatos acélöntő gépeken leöntött 280×320 mm-es félkésztermékek gyártása, majd ezekből a nagyprofilú sín hengerlése gazdaságilag kifizetődő. A számítások azt mutatták, hogy ezzel az eljárással gyártott sínek esetében a megtakarítás 4 rubel/acél. Az eljárás gazdasági előnye döntő mértékben abból származik, hogy rendkívül nagymértékben csökken az acél felhasználás (a szokásos kokilla öntéssel és hengerléssel szemben). A csökkenés a vizsgálatok szerint 203 kg/t öntött termék, s ugyanakkor a vissza nem nyerhető veszteség is 33 kg/t-ra csökken. Ennek következtében a dezoxidáló szerek és az adalék anyagok mennyisége is csökken, de ugyanakkor a megmunkálási költségek is csökkennek.

A folyamatosan öntött tuskókból készült termékek minősége

A folyamatosan öntött tuskókat megkülönböztetően jellemzi az, hogy az öntvény teljes hosszában állandósulnak a kristályosodási feltételek. Az öntvény minden szelvényére érvényes állandó kristályosodási feltételek biztosítják szövetszerkezeti és kémiai homogenitását.

Ezekben az öntvényekben mind a keresztmetszetben, mind a hossztengely mentén a zónás dúsulás lényegesen kisebb, mint a hagyományos módon öntött nagyméretű tuskókban és általában 5—10% között ingadozik. Ez a folyamatosan öntött tuskókra jellemző előnyös tulajdonság különösen olyan esetekben döntő, amikor ezekből a tuskókból gyártott késztermékeknél különösen szigorúak a kén- és a foszfortartalomra vonatkozó előírások. Ilyenek a karosszérialemezek, különleges szerkezeti lemezek stb. Ezekben az esetekben a nagymértékű dúsulás következtében szokványos módon készült öntvények felső része nem használható a kijelölt termék előállítására. Ezenkívül a folyamatos öntéssel készült tuskók nagyon finom dendrites szövetszerkezettel rendelkeznek, szemben a szokványos technológiával gyártott tuskók szövetszerkezetével.

A folyamatos öntési eljárással készült tuskók előzőkben felsorolt tulajdonságai megmaradnak, a továbbiakban sorrakerülő meleg képlékeny alakítások folyamán (hengerlés, kovácsolás, vagy sajtolás), biztosítva ezzel a késztermék tulajdonságainak egyöntetűségét a teljes olvasztott acél tömegére vonatkoztatva.

Melegen hengerelt lemezek minősége

A Szovjetunióban jelenleg készítenek melegen hengerelt lemezeket folyamatos öntési eljárással készült lemezbugákból, amelyek anyaga szerkezeti acél (szokványos acélminőség, hajóépítésre alkalmas acél) gyengén ötvözött acélok, valamint titánnal és titánnélküli ötvözéssel készült rozsdamentes acélok.

Összehasonlító vizsgálatoknak vetették alá azokat a melegen hengerelt lemezeket, amelyeket a novolipecki kohászati üzemben oxigénes konverterben olvasztottak és folyamatos acélöntő gépben leöntött, valamint az Iljicsről elnevezett kohászati üzem Martin-művében gyártott és a szokásos öntési eljárással készült tuskókból hengereltek. A melegen hengerelt lemezek vastagsága 10 és 20 mm között változott. A vizsgálatok a lemezek mechanikai tulajdonságaira vonatkoztak. Megállapítást nyert, hogy a szakítószilárdság, folyáshatár és a nyúlás vonatkozásában a folyamatos öntési eljárással készült tuskókból hengerelt lemezek kielégítik az előírások követelményeit és ezek egyenértékűek azok-

kal az eredményekkel, amelyek a szokásos módon készült lemezekben állapíthatók meg.

A 14—16 mm vastagságú lemezekre 20 °C-on megállapított ütőmunka ugyancsak kielégíti a szabványok által támasztott követelményeket és értékét tekintve ez nem kevesebb, mint 7 kp/cm².

Kísérleteket végeztek a Szovjetunióban, amelyek során oxigénes konverterben gyártott és maximálisan 1 kg/t alumíniummal dezoxidált acélból készült lemezeket (hajógyártási célokra) vizsgáltak és a vizsgálatok eredményeit összehasonlították a kokillában öntött hasonló minőségű acélokból készült lemezek vizsgálati eredményeivel. A húzóvizsgálatok eredményei (szilárdsági és képlékenységi), valamint a hajlítóvizsgálatok során nyert értékek azonosnak mutatkoztak minden egyes acél esetében, tekintet nélkül az olvasztási és öntési technológiára.

Az 1 kg/t alumíniummal dezoxidált ötvözetlen acélokból készült lemezek ütőmunkája — amelyeket oxigénes konverterben gyártottak és folyamatos eljárással öntöttek le — nagyobb értéket mutatott, mint amilyeneket mértek oxigénes konverterben, illetve Martin-kemencében olvasztott, de szokványos módon leöntött tuskókból gyártott lemezeken *(3. táblázat)*.

3. táblázat

Az olvasztás és a leöntés módja	Ütőmunka (átlag), kp/cm², vizsgálati hőmérsékleten °C					
	Lemezvastagság 10—12 mm			Lemezvastagság 20 mm		
	+20	0	—20	+20	0	—20
Oxigénes konverter, kokilla ...	7,9	5,8	4,8	6,8	4,8	3,4
Oxigénes konverter, folyamatos ..	10,2	7,5	5,5	10,5	7,8	3,7
Martin, kokilla	6,4	4,6	3,5	6,0	3,8	2,3

Ami az öregedést illeti, mind a folyamatos öntőgépen öntött, mind a kokillában öntött acélok gyakorlatilag azonos értéket mutatnak.

A Szovjetunió különböző folyamatos acélöntő berendezésein nagyüzemi méretekben öntött lemezbugákból melegen hengerelt lemezek és szalagok a szabványelőírásokat minden tekintetben kielégítik.

Titán ötvözésű és titán nélkül készült rozsdamentes acélok folyamatos öntőgépen öntött lemezbugákból melegen hengerelt lemezei mind mechanikai tulajdonságok tekintetében, mind a felületi minőséget illetően a szabványelőírásokat minden tekintetben kielégítik.

Hidegen hengerelt lemezek minősége

A Szovjetunió különböző üzemeiben az elmúlt néhány évben kísérleteket végeztek, amelyek során csillapítatlan martinacél, elektrokemencében készült acél és oxigénes konverterben gyártott acél folyamatos öntését vizsgálták. Az acéllemezek karosszéria és finomlemez gyártásra kerültek. Ezek a kísérletek 1968-ban sikerrel fejeződtek be. Ebben az évben a novolipecki kohászati üzem oxigénes konverterében gyártott majd folyamatosan öntött 10 000 tonna mennyiségű lemezbugát dolgoztak fel 0,7—2 mm lemezekké. Az acél minősége kis karbontartalmú volt.

A hidegen hengerelt I. osztályú lemez kihozatala 93,5% volt. A 0,8 kp (csillapítatlan) minőségű acélból hidegenhengerelt I. osztályú lemezek kihozatala 95,1% volt. A mélyhúzó próbával megállapított minőség, valamint a hidegen hengerelt lemez mikró szövetszerkezete teljes egészében megfelelt a szabványokban előírt és a mélyhúzó lemezekre vonatkozó minőségnek.

Az autógyárakban végzett sajtolási kísérletek a karosszérialemezek jó sajtolhatóságát és nagy mélyhúzhatóságát bizonyították. A sajtolások idején selejt vagy egyáltalán nem volt, vagy az adott időszak gyártástechnológiájának megfelelően a 2%-ot nem haladta túl.

Hidegen hengerelt transzformátor acél

Miután a folyamatos öntés során a dúsulás csak igen jelentéktelen mértékű volt, ezért ez az öntési eljárás alkalmas a hidegen hengerelt transzformátor acéllemezek gyártásához szükséges lemezbugák előállítására. Ennek a típusú acélnak az elektromágneses tulajdonságaira rendkívül nagy hatást gyakorol az acéltuskó makró szövetszerkezetének és kémiai összetételének egyenlőtlensége. Olyan esetben, ha pl. hagyományos módon öntött 11 tonnás transzformátoracél tuskókban a karbon, kén és a foszfor dúsulási mértéke 150—250% között ingadozik, ugyanakkor a hasonló acélból, de folyamatos eljárással öntött tuskókban a karbon, mangán, nikkel és réz dúsulása gyakorlatilag nem figyelhető meg sem a buga magasságában, sem keresztmetszetében. A kismértékű kén, foszfor, króm és nitrogén mennyiségingadozás a kémiai elemzés pontossági határain belül marad.

A folyamatosan öntött transzformátoracél tuskóból a legjobb minőség kihozatala 65—70%.

Cső félkésztermék gyártása folyamatos acélöntés és hengerlés kombinációjával

Annak érdekében, hogy a cső félkésztermékek gyártása során a folyamatos acélöntés és a hengerlés összekapcsolható legyen, a Szovjetunióban létrehoztak olyan technológiai egységet, amely a következő részeket tartalmazza: radiális rendszerű folyamatos acélöntő mű, nagyfrekvenciás hevítőberendezés a buga hőmérsékletének kiegyenlítésére, folyamatos hengermű, amely magába foglal 4 db. 3 hengeres állványt, repülőollót és rakodó rendszert.

A műben sikerült folyamatos gyártási technológiát elérni 4,0 m/perc öntési sebességre. Sikeresen megvalósult a folyamatos buga keresztmetszetének hőmérsékleti kiegyenlítése a hengerállvány előtt, olyan indukciós hevítőberendezésen, amelyen a buga folyamatosan halad előre. Az indukciós berendezést nagyfrekvenciás generátor táplálja. A folyamatos gyártómű minden egységét az öntőmű diszpécser központjából irányítják.

A fenti berendezésen gyártott körszelvényű termékből csőhengerlő állványokon hegesztett csöveket és hüvelyeket készítenek. A hüvelyeket tovább hengerlik csővé. A kúpos mintadarabokon végzett varratképződési vizsgálatok azt mutatták, hogy a fenti módon gyártott és hengerelt termékek középső zónájában növekszik a szövetszerkezet tömörsége és ez javítja a cső szövetszerkezetének kialakulását. Ezek szerint a fenti kombinált eljárással készülő félkész termékek biztosítják a csőgyártás során a cső belső felületének jó minőségét.

A fenti kombinált módszerrel készülő félkész termékek, valamint a szokásos eljárással leöntött bugákból készült termékek anyagigényét összehasonlítva kiderül, hogy a kombinált eljárás során késztermékre vonatkoztatva az acélfelhasználás 275 kg/t mennyiséggel csökken. Ugyancsak a kombinált eljárást összehasonlítva a négyszög szelvényű, de folyamatos öntési eljárással készült félkész termékekből csőhengerlő állványokon gyártott késztermékek anyagigényével kiderül, hogy az előbbinél 63 kg/tonnával kevesebb az acélfelhasználás, miután csökken a reve képződés és a végek levágásából eredő veszteség.

Összefoglalás

A folyamatos acélöntő berendezéseken kör, négyzet, négyszög és profil keresztmetszeteket öntenek.

A Szovjetunió új nagyteljesítményű kohászati üzemeiben, amelyekben az acél olvasztása konverterekben vagy elektrokemencékben történik a gyártás műszaki-gazdasági előnyeitől függően különböző típusú folyamatos acélöntő művek használatosak.

A folyamatos acélöntő művek teljesítménye állandóan növekszik egyrészt a buga húzási sebességének növelése révén, másrészt az „olvasztást-olvasztásra" módszer bevezetésével, amikor is öntés során az acél megszakítás nélkül folyik a kristályosítóba, ami nagymértékben növeli a gépidőt és a folyamatos acélöntő gép teljesítőképességét.

A folyamatos acélöntő művek technológiai egységeinek tökéletesítése, a tűzálló anyagok minőségének további javulása a Szovjetunióban kétségtelenül kiszélesíti majd az „olvasztást-olvasztásra" eljárás elterjedését és lehetőséget nyújt gyakorlatilag a 24 órás öntési idő elérésére. Ez nagymértékben megjavítja a nagy kohászati üzemekben felállított berendezések hatásfokát s egyben lehetőséget nyújt a folyamatos acélöntő berendezések számának csökkentésére, vagyis a beruházási költségek csökkentésére.

Annak érdekében, hogy a folyamatosan öntött termékek minőségét javítsák, egyre szélesebb körben használatos az acélsugár elszigetelése az atmoszférikus levegő oxigéntartalmának hatásától, egyrészt az üstben, másrészt az öntés folyamán közvetlenül az öntőgépen az acél vákuumozása, az acél szintetikus salakokkal történő kezelése, mágneses mező és ultrahang használata, valamint a különböző és az előzőkben említett eljárások együttes alkalmazása, valamint hengerléssel történő kombinálása.

Kristályosodási csíra keletkezése fémolvadékban

Dr. KÁLDOR MIHÁLY okl. kohómérnök, egyetemi tanár
Nehézipari Műszaki Egyetem

DK: 669.14.096.548.55

A tanulmány tárgyalja a csíraképződés feltételeit és lefolyását. Vizsgálja a rendszer entalpiatartalmának alakulását, a túlhűtés következményeit. Tárgyalja a csíraképződés homogén és a heterogén változatát, valamint a csíraképződés sebességét.

A fémek és ötvözetek kristályosodásának elméleti összefüggései az utóbbi időkben nagymértékben világosabbakká, tisztázottabbakká váltak. Úgy érezzük, ezek a törvényszerűségek a fémekkel, ötvözetekkel, azok öntésével, feldolgozásával foglalkozó szakemberek nagy része előtt nem közismertek. Ezeknek az ismereteknek ebben s az ezt követő két cikkben történő rövid, szabatos összefoglalásával az acélművekben, öntödékben s az öntött fémeket és ötvözeteket feldolgozó üzemekben dolgozók részére kívánjuk könnyebbé tenni a szakirodalom tanulmányozását, ezzel is segítve munkájukat.

A fémekben, ötvözetekben végbemenő fázisátalakulások közül legkarakterisztikusabb az olvadás és a vele egyenértékű, ellentétes folyamat, a kristályosodás.

Gyakorlati jelentősége az olvadási-kristályosodási folyamatoknak kiemelkedő. Minden fém, ötvözet feldolgozása olvasztással kezdődik. A feldolgozás során következő lépés az öntés és dermedés, melynek során a kristályosodás lehetőség szerint szabályozottan megy végbe. Az öntött tuskó sokszor vég-termék, ha azonban további feldolgozására kerül sor, tulajdonságai akkor is, áttételesen ugyan, de erősen hatnak a késztermék tulajdonságaira.

Az egyensúlyi diagramoknak likvidusz-szolidusz görbéi ideális körülmények között rögzítik az egyensúly feltételeit. Ideális körülmények alatt értve, hogy a fázis szabad entalpiájának értékét annak *belső felépítése* határozza meg. A valóságban a folyamatoknak további energia-igénye van, amelyet a bennük résztvevő fázisok szabad entalpiája különbségének kell fedeznie, ilyen jellegű az új felület kialakításához és a térfogat változásához szükséges entalpia mennyisége. Ezeknek az entalpiáknak értékei az olvadási-kristályosodási folyamatok termodinamikailag elvben meghatározott egyensúlyi feltételeit megváltoztatják. A termikus analízissel, vagy más fizikai módszerrel meghatározott egyensúlyi diagram tehát nem lehet azonos a fázisok szabad entalpiájának értékéből származóval, feltéve, hogy egyáltalán ismerjük azokat.

A termodinamikailag értelmezett olvadási pont az a hőmérséklet, amelyen egyenlő az olvadék-fá-

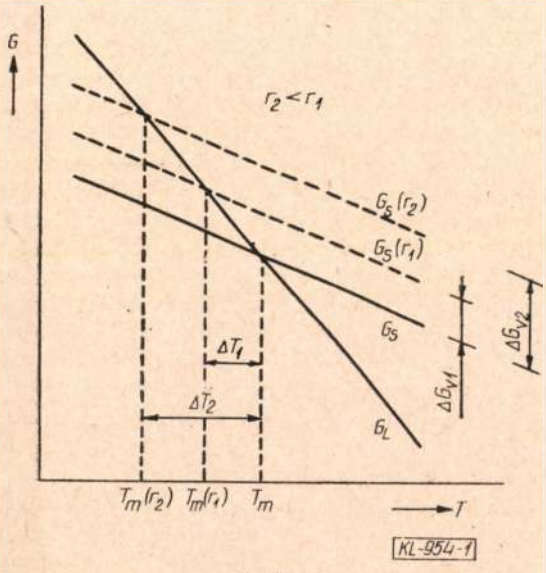
zis és a kristályos fázis szabad entalpiája, amelyen mindkét fázis stabilis. Magához az olvadáshoz vagy a kristályosodáshoz azonban túlhevítés, túlhűlés szükséges, az hozza létre a szabad entalpiában azt a különbséget, ami e folyamatok entalpia igényét fedezni tudja. A termodinamikai feltételeknek megfelelő egyensúlyi diagram tehát olyan hőmérsékletet jelez, amelyeken a folyamatok nem mennek végbe, de amelyhez képest túlhűlés vagy túlhevítés létrehozza ezt a különbséget a fázisok szabad entalpiájában. Így tehát azt a paradoxonként ható állítást lehet tenni, hogy az egyensúlyi diagram olyan likvidusz és szolidusz hőmérsékleteket mutat, amelyeken az olvadás, kristályosodás nem megy végbe.

Csíraképződés

Vizsgáljunk valamely fémolvadékot olvadási pontjánál nagyobb hőmérsékleteken. Az olvadékot alkotó atomok rendezetlen mozgást végeznek, s ha atomcsoportosulás — főleg az olvadáspont hőmérsékletét megközelítve — létre is jön, az azonnal fel is bomlik, mert az adott hőmérsékleten az olvadék fázis a stabilitás, a kisebb szabad entalpiával rendelkező.

Ha azonban az olvadék hőmérséklete az olvadáspont alá csökken, valami ΔT hőmérséklettel, az olvadék fázis elveszti stabilitását, stabilissá elvileg a kristályos fázis válik, mert annak szabad entalpiája a kisebb *(1. ábra)*.

Az olvadékban megjelenő atomcsoport térfogatával arányos mennyiségű szabad entalpia azonban csak annak meghatározott mérete — egy kritikus méret — felett tudja fedezni az új felület kialakulásához szükséges entalpia mennyiségét. Mindaddig, míg ezt a méretet az atomcsoportosulás nem tudta elérni, nem is stabilis, olvadására meg van a lehetőség.



1. ábra

A kritikus méretű atomcsoportosulás a *csíra*, vagy gyakran „kritikus" csíraként említett képződmény, amely már saját felülettel és a szilárd fázis minden sajátságával rendelkezik.

A csíra képződése leggyakrabban a kokilla vagy forma falán indul meg, elősegíthetik azonban képződését az olvadékban levő idegen fázisok (szennyezők, dezoxidációs termékek), ha az olvadék „nedvesíti" őket.

Bár a kristályosodás a hőmérséklet változása közben megy végbe, a folyamat matematikailag izotermásan, egy meghatározott túlhűlés esetén követhető.

Feltéve, hogy az atomcsoportosulás gömbszerűen fejlődik, egy adott pillanatban alakja gömbsüveg, megjelenésével felszabaduló entalpia

$$V_{gs} \cdot \Delta G_v,$$

ahol a *2. ábra* jelöléseivel a gömbsüveg térfogata:

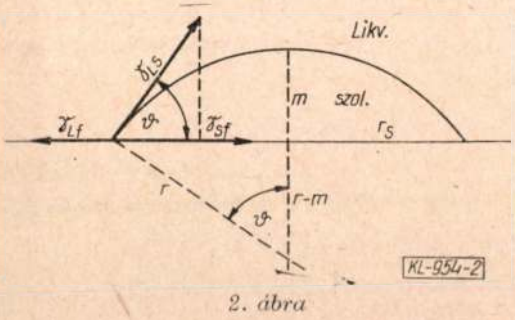
$$V_{gs} = \frac{m^2\pi}{3}(3r - m) = \frac{r^3\pi}{3}(1 - \cos\vartheta)^2(2 + \cos\vartheta) =$$

$$= \frac{r^3\pi}{3}(2 - 3\cos\vartheta + \cos^3\vartheta)$$

A felszabaduló entalpiának, ha a térfogat változására fordítandó energiát elhanyagoljuk, az új felület kialakulásához szükséges entalpiát kell biztosítania, ami

$$F_{gs} \cdot \gamma_{LS} + F_f \cdot (\gamma_{Sf} - \gamma_{Lf})$$

formában fejezhető ki,
ahol F_{gs} a gömbsüveg felszíne
F_f a gömbsüveg alapjának, a kristályosodó atomcsoport és a forma, kokilla érintkező körének területe.



2. ábra

γ_{Lf}, γ_{Sf} és γ_{LS} rendre az olvadék és a csíraképzőként szereplő idegen fázis közti, a szilárduló atomcsoport és az idegen fázis közti, végül az olvadék és a szilárd fázis közti feszültség, felületi entalpia értéke. (A forma felületén az olvadék és a forma érintkezésénél csak a dermedés következtében szükséges felületi entalpiák különbségét kell számításba venni.) A felületi feszültségek között a

$$\gamma_{Lf} = \gamma_{Sf} + \gamma_{LS}\cos\vartheta$$

egyensúlyi feltétel is érvényes.
Figyelembe véve, hogy

$$F_{gs} = 2\,r\pi m = r^2\pi\,(2 - 2\cos\vartheta)$$

és

$$F_f = r_S^2\pi = r^2\pi\,(1 - \cos^2\vartheta)$$

a felület kialakításához szükséges entalpia

$$r^2\pi\,(2 - 2\cos\vartheta)\gamma_{LS} - r^2(1 - \cos^2\vartheta)\gamma_{LS} \cdot \cos\vartheta =$$
$$= r^2\pi\gamma_{SL}(2 - 3\cos\vartheta + \cos^3\vartheta)$$

alakban fejezhető ki.

A rendszer entalpia-tartalmának változása tehát r méretű atomcsoportosulás keletkezésekor:

$$\Delta G(r) = \left(\frac{r^3\pi}{3}\Delta G_v + r^2\pi\gamma_{SL}\right)(2 - 3\cos\vartheta + \cos^3\vartheta)$$

formában írható fel.

Az összefüggés jobb oldalának első tényezője egy másod- és egy harmadfokú parabola különbsége, (kristályosodáskor $\Delta G_v < 0$). r kicsiny értékeinél a másodfokú, nagyobb értékeinél a harmadfokú tag előjele érvényesül, maga a $\Delta G(r)$ függvény pedig szélsőértékkel, maximummal rendelkezik *(3. ábra)*.

A maximum helyét egyrészt a szabad entalpiák különbsége ($\Delta G_v = G_S - G_L$), azt pedig a túlhűlés mértéke (ΔT), másrészt a felületi feszültség határozza meg.

A maximum helyének meghatározásában a jobb oldal második tényezőjének nincs szerepe, nagymértékben hat azonban a maximum értékére.

A vizsgált rendszer tehát lényegében olvadék, amely T_m-nél kisebb hőmérséklete következtében már nem stabilis, dermedése azonban még nem következett be. Ebben az olvadékban szilárd, kristályos fázisnak tekinthető atomcsoportosulások jöntek létre, ezek közül azoknak a növekedése, amelyeknek mértéke nagyobb, mint a maximumhoz tartozó abszcissza értéke, spontánná válik, mert ezzel a rendszer szabad entalpiáját csökkentik (a maximumhoz képest). A maximumhoz tartozó abszcissza értéke adja meg tehát a kritikus csíra (r^*) méretét.

A maximum helyének ezért különleges szerepe, helyzete van, értékét differenciálás segítségével az

$$r^2 \pi \Delta G_v + 2r\pi\gamma_{SL} = 0$$

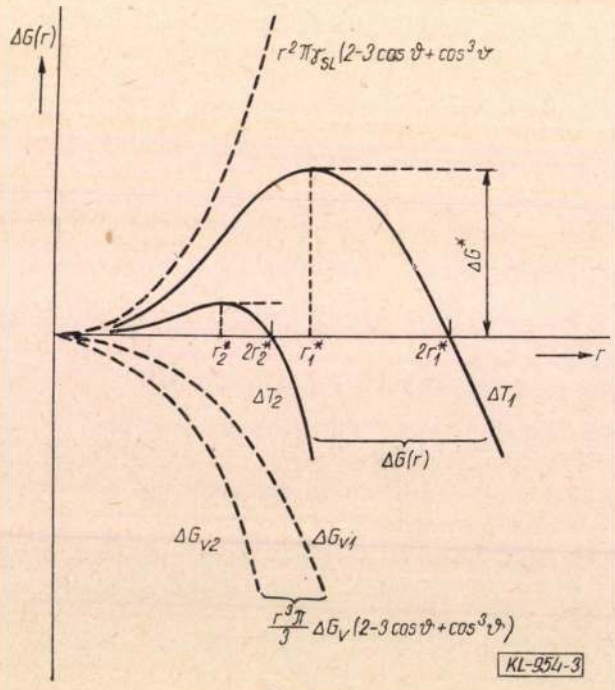
feltételből

$$r^* = -\frac{2\gamma_{SL}}{\Delta G_v}$$

értékben határozhatjuk meg, míg az entalpia hozzá tartozó változása, a csíraképződés aktiválási entalpiája pedig:

$$\Delta G(r^*) = \Delta G^* = \frac{4\pi\gamma_{SL}^3}{3\Delta G_v^2}(2 - 3\cos\vartheta + \cos^3\vartheta)$$

Minden atomcsoportosulás tehát, amelynek mérete a maximum helyzetéhez tartozó abszcissza értékénél kisebb, termodinamikailag nem stabilis képződmény, embrió keletkezik, majd újra olvad, bár a rendszer hőmérséklete ΔT értékkel kisebb az ideálisan meghatározott olvadáspont (T_m) hőmérsékleténél.



3. ábra

A $\Delta G(r)$ fenti egyenletében két olyan tényező is szerepel, amelynek értéke hőmérséklettől függő, a felületi feszültség értéke és a két fázis, a kiinduló és a keletkező fázis szabad entalpiájának különbsége. A felületi feszültség értékéről nagyon keveset tudunk, másrészt változása a kristályosodás szempontjából szóba jöhető hőmérsékletközben másodrangú a szabad entalpiák különbségének változásához képest, mert az a T_m hőmérsékleten zérus értékű, majd a túlhűléssel arányosan nő. Ezért ezekben az egyenletekben a felületi feszültség értékét hőmérséklettől függetlennek tekintjük, a két fázis szabad entalpiájának különbségét a hőmérséklettől függőnek, mégpedig jó közelítéssel a túlhűlés mértékével arányosnak vesszük:

$$\Delta G_v = \varphi_1 \cdot \Delta T,$$

ahol φ_1 arányossági tényező.
Így a kritikus csíra sugara

$$r^* \approx \frac{\gamma_{SL}}{\Delta T},$$

a szabad entalpia hozzá tartozó változásának értéke pedig, a csíraképződés aktiválási entalpiája:

$$\Delta G(r^*) = \Delta G^* \approx \frac{\gamma_{SL}^3}{(\Delta T)^2}(2 - 3\cos\vartheta + \cos^3\vartheta)$$

Az olvadáspont hőmérsékletén a fentiek szerint az a csíra válna kritikussá, stabilissá, amelynek mérete végtelen nagy, ezért nem indulhat meg a kristályosodás. A túlhűlés növekedtével pedig a kritikus csíra mérete csökken. Ha tehát nem izotermásan, hanem folyamatos hűtés közben vizsgáljuk a csíraképződés folyamatát, a hőmérséklet süllyedésével, a túlhűtés növekedtével olyan atomcsoportosulások is kritikussá, stabilissá válnak, amelyek akkor keletkeznek, amikor a túlhűlés még kisebb volt. Ezzel függ össze az a tény, hogy a gyorsan hűlt tuskó finomabb szemcséjű, mint ugyanazon anyagból a lassabban hűlt, ugyanis stabilissá válnak olyan atomcsoportosulások is, amelyek lassú hűtéskor újra olvadnának. Lassú hűtéskor kevesebb csírának több ideje marad növekedésre, míg a gyors hűtés során ugyanabban az olvadékban sok csírából rövid idő alatt több, kisebb méretű krisztallit fejlődik ki.

A túlhűlés értéke és a kritikus csíra mérete között tehát egyértelmű az összefüggés (3. ábra), ezekhez pedig a rendszer szabad entalpiájának meghatározott változása tartozik (1. ábra).

Valami $\Delta T = T_m - T_m(r)$ túlhűléshez meghatározott r méretű csíra tartozik kritikusként, a szabad entalpiának ehhez tartozó változása pedig

$$\Delta G_v = G_S - G_L = -\frac{2\gamma_{SL}}{r}$$

Tehát valami r sugárral növekvő kristály esetében az olvadék fázis és a kristályos fázis szabad entalpiája között egyensúly esetén a

$$G_L = G_S + \frac{2\gamma_{SL}}{r}$$

egyenlőségnek kell fennállnia, amit a Gibbs—Thomson-féle egyenletként is emleget az irodalom (lásd 1. ábrán $G_S(r_1)$, $G_S(r_2)$ görbéit).

Az elmondottakból érthetővé válik, hogy a termikus analízissel vagy bármely más mérő módszerrel meghatározott egyensúlyi diagram hőmérsékleti adatai csak igen jó közelítések.

Mint láttuk, a csíraképződés aktiválási entalpiája

$$\Delta G^* = \frac{4\pi\gamma_{SL}^3}{3\Delta G_v^2}(2 - 3\cos\vartheta + \cos^3\vartheta),$$

a kritikus csíra mérete, sugara pedig, ϑ értékétől függetlenül

$$r^* = -\frac{2\gamma_{SL}}{\Delta G_v}$$

Ha az olvadék a jelenlevő idegen fázisokat, a forma, kokilla falát egyáltalán nem „nedvesíti", a ϑ értéke π-vel egyenlő, s a kritikus csíra megjelenéséhez szükséges aktiválási entalpia

$$\Delta G^* = \frac{16\pi\gamma_{SL}^3}{3\Delta G_v^2}$$

A csíraképződésnek erre az úgynevezett *homogén* változatára elég ritkán kerülhet sor, legfeljebb az igen tiszta olvadék belsejében. A valóságban ϑ a zérus és π között valamilyen értéket vesz fel, a csíraképződés *heterogén*. (Megjegyezzük, hogy tökéletes nedvesítés $\vartheta = 0$, $\Delta G^* = 0$ esete már nem csíraképződést, hanem növekedést jelent, az összefüggés elveszti értelmét.)

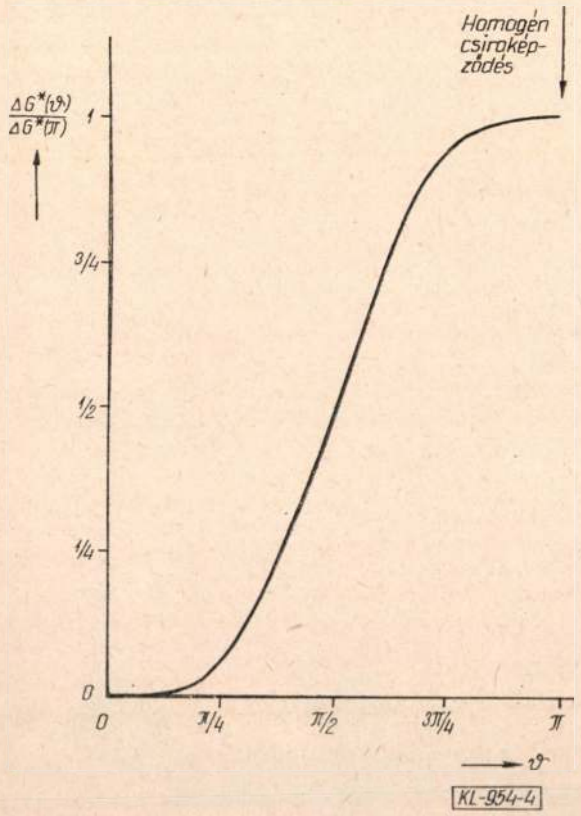
A heterogén és a homogén csíraképződés viszonyát jól jellemzi aktiválási energiájuknak hányadosa *(4. ábra)*:

$$\frac{\Delta G^*(\vartheta)}{\Delta G^*(\pi)} = \frac{2 - 3\cos\vartheta + \cos^2\vartheta}{4}$$

A heterogén csíraképződés kisebb aktiválási energiája a kritikus csíra kisebb térfogatát is jelzi, egyben azt is, hogy ekkor a szükséges túlhűtés mértéke is kisebb.

A homogén csíraképződésnél, ennek megfelelően, lassú hűtésnél a kristályosodás általában 0,8 T_m-nél indul meg (a túlhűthetőség mértéke tehát 0,2 T_m-re tehető), a gyakorlatban azonban a heterogén csíraképződés miatt a kristályosodás 0,98 T_m-nél már megindul, a túlhűthetőség mértéke tehát mindössze 0,02 T_m értékű. (T_m az olvadáspont Kelvin fokban).

A termikus analízis során meghatározott kristályosodási hőmérséklet az ideális olvadáspontnál kisebb, mert az izotermás folyamatban résztvevő kristályos és olvadékfázis határa nem sík, hanem görbült felület. A kokilla, tégely fala, valamint a hőmérséklet regisztrálására szolgáló termoelem jelenléte a csíraképződést heterogénné teszi, ez azonban a mért kristályosodási hőmérsékletet az ideálishoz közelíti, a mérés hibáját csökkenti.



4. ábra

A csíraképződés sebessége

Az olvadék túlhűlésekor — mint láttuk — abban atomcsoportosulások jönnek létre. Valami r méretű atomcsoportosulás megjelenése a hozzá tartozó $\Delta G(r)$ értékkel növeli a rendszer, az olvadék entalpiáját, ugyanakkor az olvadék szempontjából megjelenésük rendezetlenség, ami az entropia növelésével jár. A jelenség, ha ellenkező előjellel is, analóg a rácshibák megjelenésével, azok képződése is meghatározott mennyiségű entalpiát (Q_h) kíván, egyben azonban az entropia növekedésével is jár. Az eredmény egy szélső érték, amelynél az adott hőmérsékleten kompenzálja egymást az entalpia értékének és a hőmérséklettel szorzott entropia értékének különbsége, ahonnan a hiba egyensúlyi koncentrációja:

$$\frac{n}{N} = \exp\left(-\frac{Q_h}{RT}\right)$$

Analóg módon a túlhűtött olvadék térfogategységében képződő r méretű atomcsoportosulások száma

$$C(r) = C_0 \exp\left(-\frac{\Delta G(r)}{kT}\right)$$

ha

$$b < r \leqq r$$

ahol C_0 a térfogategységben az atomok száma és
b a szilárd fázis kristályának rácsparamétere.

Ez a meggondolás csak a szubkritikus méretű atomcsoportosulások számára, a már említett embriók számára ad támpontot. A kritikusnál nagyobb méretűek már nem tartoznak az olvadékhoz, számuk így, ezen az alapon nem becsülhető.

A kritikus méretű atomcsoportosulások, csírák

száma tehát

$$C^* = C_0 \exp\left(-\frac{\Delta G^*}{kT}\right)$$

a csíraképződés sebessége pedig, ha ν az a frekvencia, amellyel az atomok az olvadékból az atomcsoportosulásokhoz csapódnak

$$N_\nu = \nu \cdot C^* = \nu \cdot C_0 \exp\left(-\frac{\Delta G^*}{kT}\right)$$

A képlet közelítő, de a túlhűtés, a hőmérséklet hatását jól mutatja.

Miután

$$\Delta G^* \approx \frac{\gamma_{SL}^3}{(\Delta T)^2},$$

$$N_\nu \approx \exp\left(-\frac{\gamma_{SL}^3}{kT\,(\Delta T)^2}\right) = \frac{1}{e^{\frac{\gamma_{SL}^3}{kT(\Delta T)^2}}}$$

A csíraképződés sebessége tehát annál nagyobb, minél nagyobb az olvadék túlhűtöttsége.

Mérőeszköz finomlemezek alakíthatóságának mérésére

VERŐ BALÁZS — CLEMENT ANDOR okl. kohómérnökök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 62-415: 620.172: 531.7

A szerzők az „r" illetve az „n"-értékek meghatározására elméleti és méréstechnikai fejlesztőmunkával egységes mérőrendszert fejlesztettek ki. Az említett két jellemző szabványos próbatesten, a szokásos szakítóvizsgálat időigényét meg nem haladó munkaráfordítással állapítható meg.

Bevezetés

Előző cikkünkben [1] beszámoltunk azokról a megfontolásainkról, amelyek alapján, a mélyhúzhatóság megítélésére nemzetközileg elfogadott és alkalmazott r-érték új szemléletű tárgyalásával, sikerült egy új minősítési rendszer elméleti alapjait tisztázni. Az [1]-ben bemutatott elmélet alapja az, hogy az r-értéket nem egyetlen, meghatározott alakítási mértékhez kötött jellemzőnek tekintjük, hanem a *lemez viselkedését folyamatában* vizsgáljuk. Ez pontosabban azt jelenti, hogy az r-értéket nem például 15%-nyi nyújtás után kapott, megváltozott hossz- és szélességirányú méretekből határozzuk meg. A hossz- és szélességirányú méretek változását egy, az egyenletes nyúlás határáig értelmezett függvénykapcsolatnak tekintjük, amelynek egyenlete

$$\frac{b_0}{b_x} = \left(\frac{l_x}{l_0}\right)^{\frac{r}{1+r}} = \left(\frac{l_x}{l_0}\right)^{M}. \qquad (1)$$

Az új alakíthatósági mérőszámot úgy értelmeztük, mint e függvénynek a $l/l_0 = 1$, illetve l_e/l_0 határok között vett integrálját, melynek értéke közelítőleg

$$T \simeq \frac{M}{2}\,\lambda_e^2. \qquad (2)$$

A T-érték egyértelmű függvénye az r-nek (a képlékenységi anizotrópiának) és n-nek, a keményedési kitevőnek. Így a finomlemezek alakíthatóságának megítélésére valóban alkalmas.

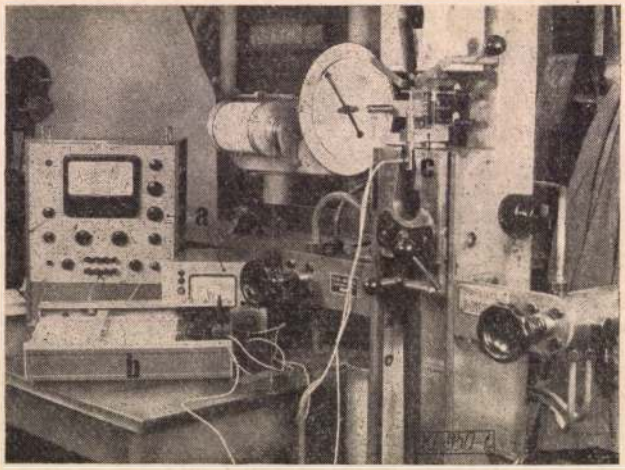
Ebben a cikkünkben az r-, illetve n-érték villamos úton való meghatározására kialakított mérőrendszerünket ismertetjük; illetve azt tárgyaljuk, hogy a megvalósítható mérés mennyiben módosítja elméleti megfontolásainkat. Végül mérési eredményeket közlünk.

Az r-, illetve az n-érték mérésére kialakított mérőberendezés

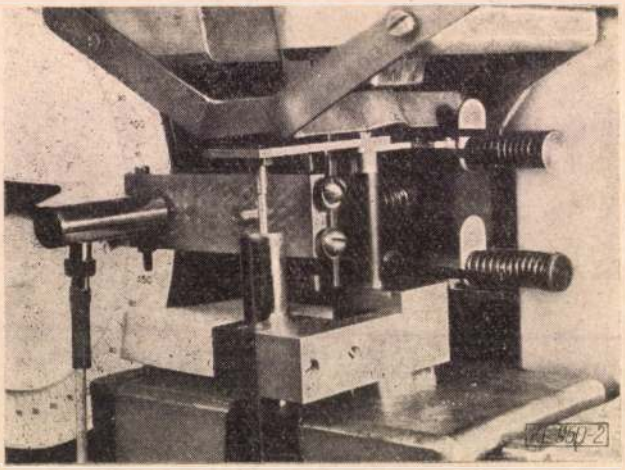
A mérőrendszerünk kialakításakor a következő követelményeket tartottuk szem előtt:

— a vizsgálatot szabványos próbatesten lehessen elvégezni,

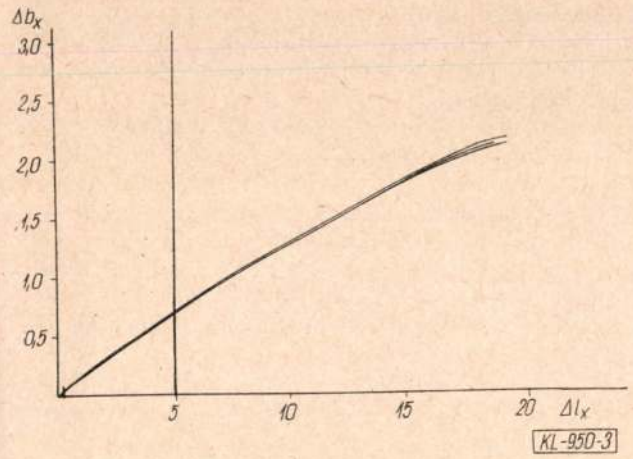
— a mérés időtartama ne haladja meg a szokásos szakítóvizsgálat időtartamát,



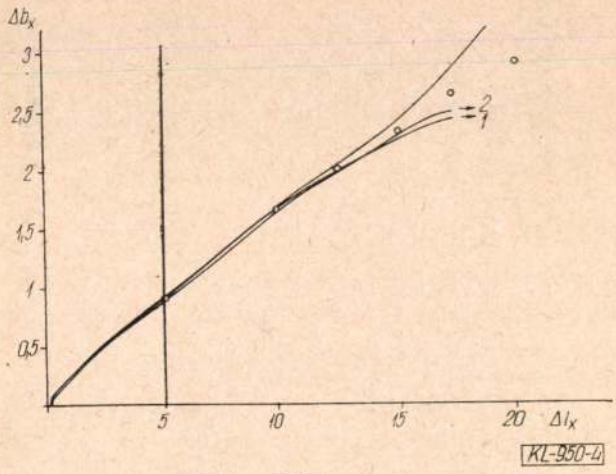
1. ábra. A mérőrendszer fényképe



2. ábra. A mérőfejek fényképe



3. ábra. Mért görbék



4. ábra. Mért görbék

— az *r*-, illetve az *n*-érték közvetlenül, utólagos kiértékelés nélkül adódjék és végül,

— a mérés ne zavarja a szokásos mechanikai jellemzők meghatározását.

Mérőberendezésünket egy AMSLER-gyártmányú, hidraulikus terhelésű, 5 Mp-os szakítógéphez illesztettük. Mint ahogy az az *1. ábrából* is kitűnik, a mérési összeállítás a következő egységekből áll:

a) két mérőhíd,
b) koordinátarajzoló berendezés,
c) mérőfejek a szabványos szakítópróbatesten.

A rendszer leglényegesebb része a két mérőfej, melyek a hossz- és a szélességirányú méretvál tozást alakítják át villamos jellé. A mérőfej fényképe a *2. ábrán* látható. A hosszirányú méretváltozást villamos jellé átalakító, RFT-gyártmányú induktív jeladót az eredeti, AMSLER-féle csöves nyúlásmérőre szereltük fel. A szélességirányú méretváltozást érzékelő, nagyérzékenységű útadót egy „csipesz"-re szereltük fel; a csipeszt egy előfeszített rugó és három rögzítőcsavar fogja fel a próbatestre. Mind a hossz-, mind a szélességirányú letapogatásnál hárompontos illeszkedés van.

A rendszer villamos szempontból úgy hitelesítet tük, hogy a koordinátarajzoló berendezés vízszintes tengelyén 1 cm feleljen meg 1 mm tényleges hosszváltozásnak; a függőleges tengelyen pedig 1 mm méretcsökkenés 5 cm-rel legyen arányos. A hosszirányú útadó nullhelyzete 50 mm-nél, a szélesség irányú útadóé 15 mm-nél van.

Amennyiben különböző vastagságú lemezeket kell vizsgálni, úgy a három rögzítőcsavar alatti alátétek vastagságát célszerűen úgy változtatjuk, hogy a „csipesz" karjainak hosszaránya ne változzék (lásd a 2. ábrát).

A mérőfejek a maximális terhelésig, az egyenletes nyúlás határáig vannak a próbatesten. Ekkor egy pillanatra megállítjuk a szakítást, a mérőfejeket levesszük a próbatestről, majd a próbatestet szakadásig terheljük. Egy-egy mérés 6—8 percet vesz igénybe.

A *3.* és *4. ábrán* mért görbéket mutatunk be; egy-egy ábrán belül ugyanarról az anyagról, hasonló feltételek mellett felvett 3—3 görbét. A 3. ábrán megfigyelhető a jó reprodukálhatóság. A 4. ábrán látható, egyre emelkedő görbét akkor kaptuk, amikor a szélességirányú méretváltozást letapogató fej a kontraháló keresztmetszetben helyezkedett el. Az $r=1{,}8$-nak megfelelő elméleti értékeket körök jelölik.

Az r-, az n- és a T-érték meghatározása

A mérőberendezésünk ismertetésekor elmondottakból egyértelműen következik, hogy villamos úton a $\Delta b=f(\Delta l)$ függvénykapcsolat rögzíthető, míg az *r*-érték meghatározására szolgáló képletből a $b_0/b_x=f(l_x/l_0)$ függvény adódik. A következőkben azt vizsgáljuk, hogy ez a körülmény mennyiben módosítja elméleti megfontolásainkat; hogy a $\Delta b=f(\Delta l)$ függvénykapcsolatból milyen módon határozható meg az *r*- és az *n*-érték, illetve, hogy a *T-érték* értkelmezhető-e a $\Delta b=f(\Delta l)$ függvénykapcsolat esetén is.

Az r-érték meghatározása

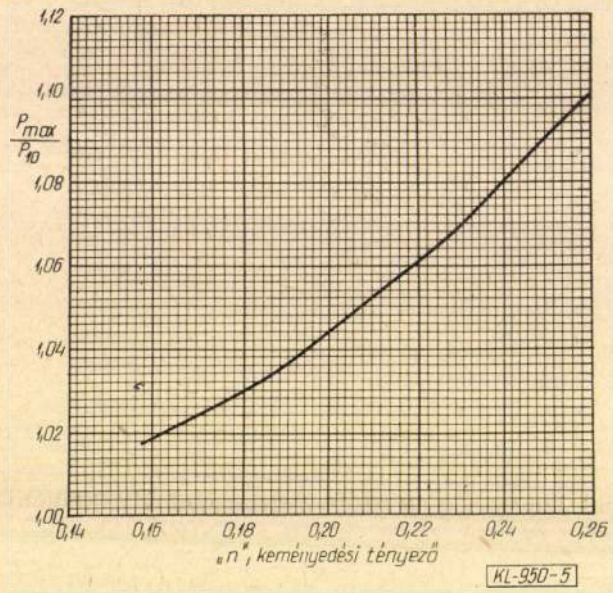
Az (1) egyenlet a Δb és a Δl új változók bevezetésével, egyszerű átalakítások után a következő alakra hozható:

$$\Delta b=b_0\left[1-\left(1+\frac{\Delta l}{l_0}\right)^{-\frac{r}{1+r}}\right]. \qquad (3)$$

Ez egy kissé bonyolultabb hatványfüggvény, mint (1). Számunkra azonban az a lényeges, hogy a bennünket érdeklő jellemző, az *r*-érték továbbra is csak a kitevőben szerepel. Így a különböző *r*-értékekhez hozzárendelhető egy görbesereg, melynek egy-egy görbéje mentén az *r* állandó.

Az *r*-értékeket elektronikus számítógép segítségével határoztuk meg. A számítógépes technika mai fejlettsége ugyanis lehetővé teszi, hogy ismert függvénnyel jellemezhető görbesereget felrajzoltassunk. Az elméleti és a ténylegesen mért görbe egyezésekor az *r*-értéke közvetlenül adódik. A mérés tényleges körülményeinek megfelelő görbesereget az *MTA Számítástechnikai Központjának* CDC 3300-as számítógépe rajzolta meg, a következő *r*-értékek esetére:

$0{,}5\leq r\leq 1{,}0$	0,05-ös lépésenként
$1{,}0\leq r\leq 2{,}0$	0,1-es lépésenként
$2{,}0\leq r\leq 3{,}0$	0,25-ös lépésenként.



5. ábra. Diagram az „n" meghatározásához

E módszer alkalmazását csak az gátolhatná, ha a próbatest alakváltozása nem követné a (3) összefüggést, vagyis ha az r-érték egy-egy görbe mentén változna. Nagyszámú mérés alapján azonban bebizonyosodott, hogy ilyen jellegű eltérés nem tapasztalható.

Az n-érték meghatározása

Az n-érték, a keményedési kitevő meghatározásakor *Nelson* és *Winlock* módszerét [2] alkalmazzuk. E módszer szerint a maximális terhelést a 10%-os maradó nyúláshoz tartozó terheléssel elosztva olyan értékhez jutunk, mely egyértelmű függvénye az n-nek. Ha tehát a P_{max}/P_{10} terhelés-hányadost meghatározzuk, az n értéke egy diagramból leolvasható. Nézzük meg, min alapszik ez a módszer!

Mint ismeretes, a szakítóvizsgálat közben meghatározott valódi feszültség és logaritmikus nyúlás (természetes nyúlás) között az alábbi egyenlőség érvényes:

$$\sigma' = K \cdot \varepsilon^n. \tag{4}$$

Írjuk fel a (4) egyenletet a 10%-os nyúlásra és a maximális terhelésre (az egyenletes nyúlás határára) vonatkozóan és képezzük a két egyenlőség hányadosát:

$$\frac{P_{max}}{P_{10\%}} = \frac{e^{-\varepsilon_e} \cdot \varepsilon^{\varepsilon_e}}{e^{-\varepsilon_{10}} \cdot \varepsilon_{10}^{\varepsilon_e}} \tag{5}$$

Az (5) képlet felírásakor figyelembe vettük, hogy $n = \varepsilon_{egyenletes}$. Az (5) egyenletbe, n-helyébe különböző értékeket helyettesítve az *5. ábrán* látható görbéhez jutunk, melyből a P_{max}/P_{10} terhelés-hányados ismeretében az n egyszerűen leolvasható.

A *Nelson—Winlock*-módszer kapcsán kell megjegyeznünk, hogy — értelemszerűen — az (5) egyenlet nemcsak 10%-os nyúlás, hanem tetszés szerinti, de az egyenletes nyúlásnál kisebb értékű nyúlásra, így például a $\sigma_{0,2}$-es határra is felírható. Ez pedig azt jelenti, hogy a σ_F/σ_B hányados és a keményedési kitevő között egzakt matematikai kapcsolat van. Meggondolandó, hogy a nehezebben meghatározható n-érték többet mond-e és alkalmazása indokolt-e.

A Nelson—Wilock-módszer alkalmazását is csak az teszi lehetővé, hogy a szakítópróbatest alakváltozását folyamatában vizsgáljuk. Méréskor ugyanis akkor olvassuk le a terhelést, amikor a koordinátarajzoló berendezés írószerkezete a 10%-nyi nyúlásnál húzott függőlegest átmetszi (3—4. ábra). A maximális terhelést a szakítógép diagrammrajzoló berendezésének vonszolt mutatója egyidejűleg rögzíti.

A T-érték értelmezése a $\Delta b = f(\Delta l)$ függvénykapcsolat esetén.

A (3) egyenlet jellemezte függvény esetén a görbe alatti területet — értelemszerűen — az alábbi határozott integrál adja:

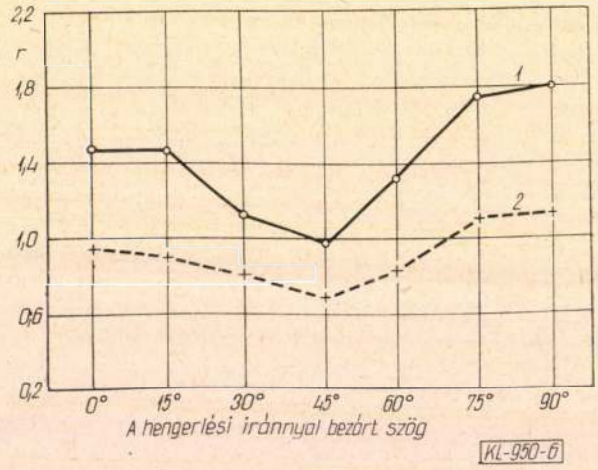
$$T^* = \int_{\Delta l=0}^{l_e - l_0} b_0 \left[1 - \left(1 + \frac{\Delta l}{l_0}\right)^{\frac{r}{1+r}}\right] \mathrm{d}\Delta l, \tag{6}$$

amelynek értéke ugyanolyan közelítéssel, mint a (2) képletnél:

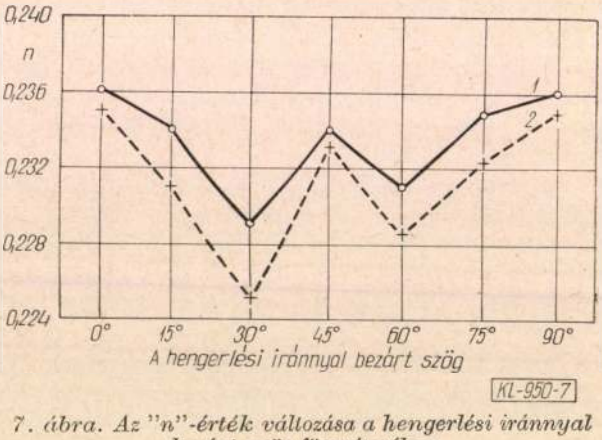
$$T^* = b_0 \cdot l_0 \cdot \frac{M}{2} \lambda_e^2 \tag{7}$$

és

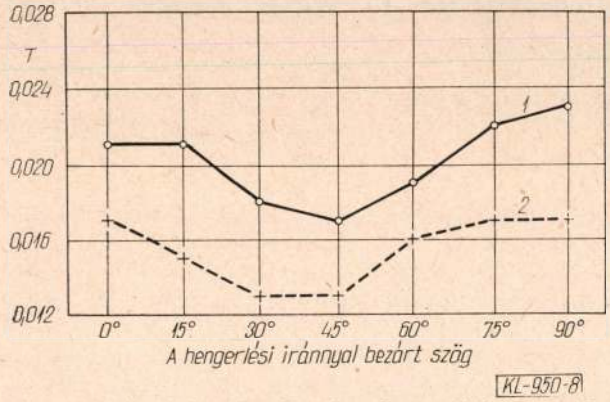
$$T = \frac{T^*}{b_0 \cdot l_0}. \tag{8}$$



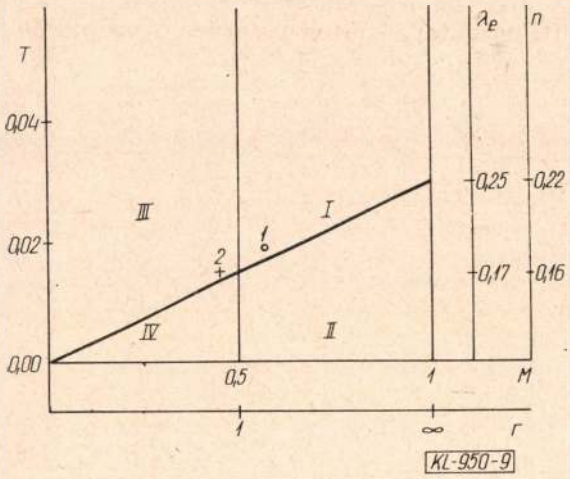
6. ábra. Az „r"- érték változása a hengerlési iránnyal bezárt szög függvényében



7. ábra. Az "n"-érték változása a hengerlési iránnyal bezárt szög függvényében



8. ábra. A „T"-érték változása a hengerlési iránnyal bezárt szög függvényében



9. ábra. $T=\frac{M}{2}\lambda_e^2$ *-nomogram*

Ez tehát azt jelenti, hogy a $\Delta b=f(\Delta l)$-görbe alatti terület éppen $l_0 \cdot b_0$-szorosa a $b_0/b_x=f(l_x/l_0)$-görbe alatti területnek. Más szavakkal, a T-érték egy egységnyi mérőfelületre vonatkoztatott jellemző és így megfelelő összehasonlítási, minősítési alap.

Láthatjuk tehát, hogy a megvalósítható mérés nem bontotta meg korábbi elméleti megfontolásaink egységét, sőt a mérés a T-érték mélyebb értelmezését is szolgáltatta.

Néhány mérési eredmény

Két lágyacél-minőség esetén bemutatjuk az r-, az n- és a T- érték változását a hengerlési iránnyal bezárt szög függvényében, majd a T-érték és az [1]-ben közölt diagram alapján minősítjük a lemezeket.

A vizsgált lemezek vastagsága 1 mm, az összetételük pedig az alábbi volt:

	C	Si	Mn	S	P	Al %
1. acél	0,045	0,02	0,28	0,012	0,012	0,042
2. acél	0,11	0,01	0,34	0,026	0,011	0,005

A mérési eredményeket a *6.*, *7.* és *8. ábrán* mutatjuk be. Megfigyelhető, hogy az r-érték sokkal erősebben függ a próbatest kivágási irányától, mint az n-érték; a T-érték ennek megfelelően az r-értékhez hasonlóan változik.

Ha a *9. ábra* szerint berajzoljuk az *1.* és *2.* acél jellemző értékeit, megállapíthatjuk, hogy az *1.* acél az I., míg a *2.* acél a III. területbe esik. Az előbbi tehát nagyon jó minőségű, vegyes alakításra alkalmas lemez, míg az utóbbit elsősorban nyújtóigénybevételű alakításra célszerű felhasználni.

Összefoglalás, következtetések

Ismertettük annak az elméleti és méréstechnikai fejlesztőmunkánknak legfontosabb eredményeit, mellyel sikerült az r- és az n-érték meghatározására egységes mérőrendszert kialakítani. E két jellemzőt szabványos próbatesten és a szokásos szakítóvizsgálat időtartamát meg nem haladó ráfordítással lehet a berendezésünkkel meghatározni.

A mérés és a kiértékelés megkönnyítése érdekében olyan mérési segédletet állítottunk össze [3], mely tartalmazza:

— a $\Delta b=f(\Delta l)$-görbesereget
— a *Nelson—Winlock*-diagramot és
— a T-értéken alapuló minősítő diagramot.

Az ismertetett mérőberendezéssel és a mérési segédlet segítségével, szokványos szakítóvizsgálat alapján a finomlemez minősíthető. Amint az a [4]-ből ismeretes, ha a hengerlés irányából 0°, 45° és 90°-ot bezáró irányú próbatesteken is elvégezzük a mérést (ez esetben a mérés 15 percet vesz igénybe), a fülesedési hajlamra vonatkozóan is egyértelmű felvilágosítást kaphatunk.

IRODALOM

[1] *Clement A., Verő B.:* BKL. Kohászat **104** (1971). 449—451.
[2] *Nelson, P. G., Winlock, J.:* ASTM Bulletin January (1949) 53.
[3] *Verő B.:* A Vasipari Kutató Intézet 10—2—215. sz. kutatási zárójelentése, Budapest 1971.
[4] *Blickvede, D. J.:* Metal Progress **95** (1969) 84-87.

Nemesített keskenyszalag minőségének javítását célzó üzemi vizsgálatok

Dr. LENDVAI JÓZSEF okl. gépészmérnök
Salgótarjáni Kohászati Üzemek

DK: 669.14.018.298: 62-418.621.78

Szerző ötféle kísérletsorozatot ismertet, amelyek célja az volt, hogy különféle felhasználású hőkezelt acélszalagok legkedvezőbb tulajdonságait a megfelelő alapanyag, gyártási technológia és hőkezelési mód kiválasztásával biztosítani tudják. A kísérletek eredményei a folyamatos termelésben bevezetésre kerültek, s a szalagok felhasználói elismerik a szalagminőség javulását.

A nemesített acélszalagokat a gépgyártásban széles területen használják. Ilyenek pl. a szalagfűrészgyártás, különböző rugók, textilipari gépalkatrészek, borotvapengék, láncelemek, mérőeszközök stb. A szigorú minőségi és egyenletességi követelmények miatt ezeket az acélszalagokat kizárólag áthúzó eljárással *edzik*, ill. *nemesítik*. (Az általánosan elterjedt szóhasználat a *szalagedzés*, amely azonban mindenkor nemesítést jelent.)

Egy ilyen berendezés elvi vázlatát az *1. ábra* mutatja. A tekercsből lecsévélt szalagot egyenletes sebességgel egy tokos kemencén húzzák keresztül, ahol edzési hőmérsékletre hevül. Ezt követi a hűtés, rendszerint olajban, vagy vékonyabb anyag esetén belülről hűtött fémpofák között. Ezután a vasaló és megeresztő kemence következik, majd a szalagot ismét tekercsbe csévélik.

A szalagok áthúzó edzése a következő előnyöket biztosítja:

1. Egyenletes mechanikai tulajdonságok a tekercs hosszában.

2. Jó felületi minőség (edzés után még csiszolt, polírozott, ill. színrefuttatott felület is előállítható).

3. Az edzett anyag alakváltozása kicsi (kisebb gyűrődések a vasalókemencén eltávolíthatók).

4. A szalagból készült alkatrészek gyártása könnyen automatizálható, és sajtoláskor a sorjaképződés kicsi.

5. A folyamatos műveletek jelentős költségcsökkenést eredményeznek a darabonkénti hőkezeléshez viszonyítva.

Az acélszalagok felülete tömegükhöz viszonyítva jelentékeny, ami nagy felhevítési és ugyancsak jelentékeny hűtési sebességet tesz lehetővé. A szalagedzés egyik legfontosabb tényezője az áthúzási sebesség és az általa meghatározott kemencében való tartózkodási idő. Ez mind a nemesítés technológiai eredményére, mint az eljárás gazdaságosságára döntő következményű.

A szalag edzésekor, jó minőségű nemesített szalag elérése érdekében, túlnyomórészt az edzésre vonatkozó általános szabályokat kell tartani. Így pl.

a) Annyi C-nak kell feloldódni az austenitben, hogy az edzett acél elérje maximális keménységét és minimális maradék austenitet tartalmazzon.

b) Meg kell akadályozni az austenit szemcsedurvulását.

c) A hipereutektoidos, ill. ötvözött acélokban a karbidok finom gömbszemcsék formájában forduljanak elő.

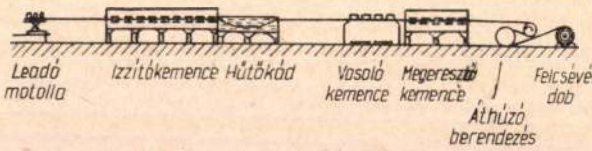
d) Meg kell akadályozni a dekarbonizációt, vagy az esetleges karbonfelvételt. (Ez megfelelő védőgázban biztosítható.)

Hozzá kell még tenni azt is, hogy a nemesített szalagok mechanikai tulajdonságai, valamint az austenit-oldódás sebessége is függ a szalag edzés előtti szövetszerkezetétől és hőkezelési állapotától. Erre még saját kísérleteink ismertetése folyamán kitérünk.

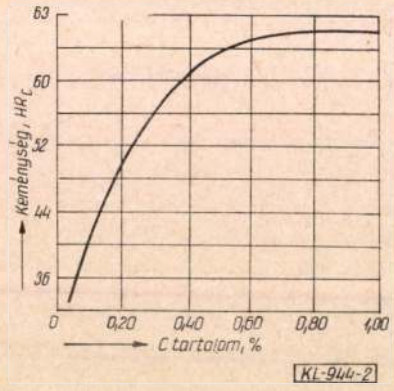
A *2. ábra* mutatja az elérhető keménységet a szalag C-tartalmának függvényében. A keménység 0,5% C-tartalomig gyorsan, majd 0,6—0,8% között lassabban nő és efelett gyakorlatilag állandó, értéke 65 HRc körül van, sőt a növekvő maradék austenit mennyisége következtében esetleg még csökken is. Ezért a 0,6—0,8%-nál több karbont tartalmazó acélszalagok edzés előtti hideghengerlése során törekedni kell arra, hogy a szövetszerkezetben a fölös karbon finomszemcsés karbidok formájában legyen jelen.

A nemesített acélszalagokat, mint a bevezető részben említettük, igen sokféle célra használják fel és ennek következtében az acélszalagokkal szemben támasztott követelmények is igen változatosak, így:

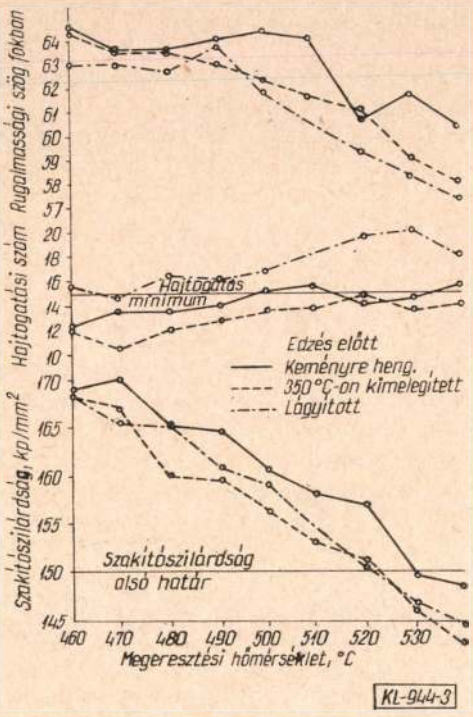
Éltartósság a fűrészeknél, késeknél; jó rugalmassági tulajdonságok és kifáradási ellenállás a rugóknál; jó hajlíthatóság az alakított alkatrészeknél, és esetenként több tulajdonság egyidejű biztosítása is szükséges.



1. ábra. A szalagedző berendezés elvi vázlata



2. ábra. A C-tartalom és az edzési keménység összefüggése



3. ábra. Ötvözetlen acél rugószalag mechanikai értékei

Kísérletek leírása

Kísérleteink során a minőség javítására a következő lehetőségeket próbáltuk ki:

1. Anyagminőség változtatás: pl. ötvözetlen anyag helyett ötvözött alkalmazása.

2. A hőkezelés paramétereinek változtatása (edzési, megeresztési hőmérséklet, áthúzási sebesség).

3. Az edzés előtti hideghengerlési technológia változtatása.

A továbbiakban néhány kísérletünket és eredményeiket ismertetjük.

1. sz. kísérlet

0,8% C-tartalmú acél rugószalagon vizsgáltuk a nemesítés előtti hőkezelési állapot hatását a szalag szakítószilárdságára, rugalmasságára és a hajtogatási szám alakulására.

A kiinduló alapanyag 65×4 mm-es ózdi keskenyabroncs volt, amit több szúrással és lágyítással 0,3 mm-re hengereltünk és 3 mm széles ágakra hasítottunk. Ugyanazon tekercs egymás mellől kihasított ágait a következők szerint kezeltük:

1. sz. tekercs: Hengerelt állapot, további hőkezelés nélkül.

$\sigma_B = 83{,}2$ kp/mm²
Nyúlás 50 mm jeltávon = 4,0%

2. sz. tekercs: 350 °C-on 2 órás mesterséges öregbítésnek alávetve.

$\sigma_B = 90{,}5$ kp/mm²
Nyúlás $L_{50} = 4{,}2\%$

3. sz. tekercs: 680 °C hőmérsékleten rekrisztallizációs lágyításnak alávetve.

$\sigma_B = 52{,}9$ kp/mm²
Nyúlás $L_{50} = 22{,}8\%$

A kísérlet során az edzési hőmérsékletet és az áthúzási sebességet állandó értéken tartottuk, a megeresztés hőmérsékletét pedig 460 és 540 °C között változtattuk, 10 °C-onként növelve.

A vizsgálatok eredményei alapján készült diagramot a *3. ábra* mutatja. Ebből megállapítható, hogy a hajtogatási szám a kilágyított állapotból történt hőkezelés után lényegesen javult, míg a kimelegítés az értékeket rontotta. A szakítószilárdság és rugalmasság értékei a keményre hengerelt szalagon a legmagasabbak.

A diagramból az is megállapítható, hogy míg a szakítószilárdság a megeresztési hőmérséklet növelésével folyamatosan csökken, addig a hajtogatási és rugalmassági szám egy bizonyos hőmérsékletközben eléggé stabilan állandó. (Erre a jelenségre egy később ismertetendő kísérletsorozat kapcsán még vissza fogunk térni.)

Mivel ezzel a szalaggal a problémát a hajtogatási számnak a megengedettnél kisebb értéke okozta, a diagramból kivehetően sikerült az értékeket az előírás fölé felvinni.

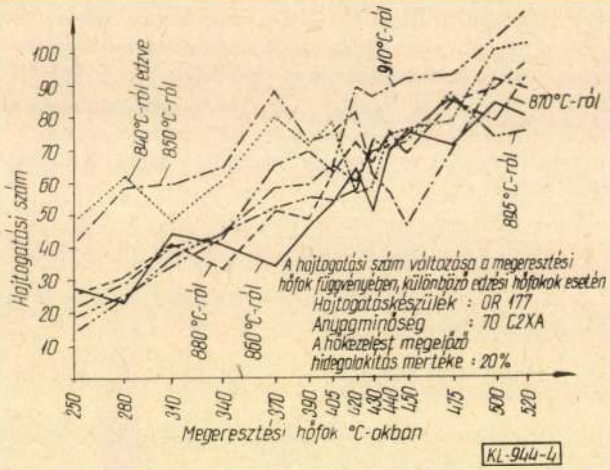
2. sz. kísérlet

A következőkben egy olyan kísérletsorozatot ismertetünk, ahol ötvözött rugószalag különböző

1. táblázat

Kísérleti terv

Készméret	4×0,20 mm						
Lágyítási méret mm	0,40	0,33	0,29	0,25	0,22		0,21
Alakítás %	50	40	30	20	10		5
Szakítószilárdság edzés előtt kp/mm²	112,0	99,0	98,0	89,0	74,0		74,0
Edzési hőmérséklet °C	840	850	860	870	880	895	910
Megeresztés hőmérsékletek °C	250	280	310	340	370	390	405
	420	430	440	450	475	500	520
Áthúzási sebesség	6 m/perc						



4. ábra. 4× 0,20 mm-es rugókísérlet. Megeresztés-hajtogatás

tulajdonságainak alakulását vizsgáltuk. A vizsgált anyag Si-os rugószalag, 70C2XA GOSZT 2052 szerint, 0,65—0,75% C, 1,4—1,7% Si és 0,2—0,4% Cr tartalommal. Az anyag készmérete egységesen 4×0,20 mm volt.

Ennél a kísérletsorozatnál a változó paraméterek a következők voltak:

A hőkezelés előtti alakítás mértéke: 5—50% alakításig 6 változó.

Az edzési hőmérséklet 840—910 °C között 7 változó.

A megeresztési hőmérséklet 840—910 °C között 14 változó.

Összesen tehát 588 variációt vizsgáltunk végig.

A kísérleti tervet összefoglalóan az *1. táblázat* mutatja.

A hőkezelést egy *Delemont* gyártmányú áthúzó kemencében végeztük, 6 m/perc áthúzási sebességen.

A szalagok hűtése edzés után vídia pofák között történt.

Hasítás és szélgömbölyítés szempontjából legkedvezőbbnek az 85—95 kp/mm szakítószilárdságú (20—30%-os előzetes hidegalakítású) anyag mutatkozott.

A kivett próbákon a következő vizsgálatokat végeztük el:

a) Szakítószilárdság vizsgálata (próbánként 2 vizsgálat).

b) Hajtogatási vizsgálat $r = 2{,}5$ mm-es henger körül (Próbánként 4 vizsgálat).

c) Rugalmassági vizsgálat *Tarnogroczki* készüléken, $r = 5$ mm sugár körül $1x$ és $10x$ ráhajtás után vizsgálva a maradó rugalmasság szögét (próbaként 2 vizsgálat).

A vizsgálatok eredményeit 21 diagramban dolgoztuk fel. A diagramok egy-egy alakítási fokra vonatkoztatva a megeresztési hőmérséklet függvényében tüntetik fel a szakítószilárdság, a hajtogatási szám és a rugalmassági szög változásait. Példaként a *4. ábrán* bemutatjuk a 20%-os alakításhoz tartozó értékek változását.

A kísérletek eredményei a következők:

A rugókra legmegfelelőbbnek a 200 kp/mm² körüli szakítószilárdság tekinthető. Ez az érték biztonsággal 860 °C és efölötti hőmérséklet beállításával volt elérhető. (Megjegyezzük, hogy a szalag tényleges hőmérséklete kb. 60 °C-al alacsonyabb volt a hőfokmérő műszeren beállított értéknél.)

20—30% közötti előalakítás után még 840 és 850 °C hőmérséklet is kielégítő eredményt adott. Itt a legkisebb a szilárdság érzékenysége az edzési hőmérsékletre. 20—40%-os alakítás között az alakítási fok növelésével azonos hőkezelési viszonyokon a szakítószilárdság kis mértékben növekszik.

A megeresztési hőmérséklet növelésével kb. 370 °C-ig a szakítószilárdság viszonylag kevéssé, ezután erőteljesebben csökken. Ez különösen a 30 és 40% előalakítású próbatestekre jellemző, ami az acél erős megeresztés-állóságát mutatja. A hajtogatási számban a min. 20 hajtogatási értéket tekintjük kritériumnak. Ez az érték 370—390 °C megeresztési hőmérséklet felett teljesül. A viszonylag legkisebb szórás és legnagyobb hajtogatási számok 10 és 20% alakítás után mutatkoznak. Itt a hajtogatási számok növekedése a megeresztési hőmérséklet függvényében közel lineáris.

A rugalmassági szögre vonatkozóan, hasonlóan a szakítószilárdság változásához, 840 és 850 °C hőmérsékleten csak a 20 és 30%-os alakítási fok adott kielégítő eredményt. 400 °C-ig itt is az értékek csökkenése igen lassú, azután erősödik.

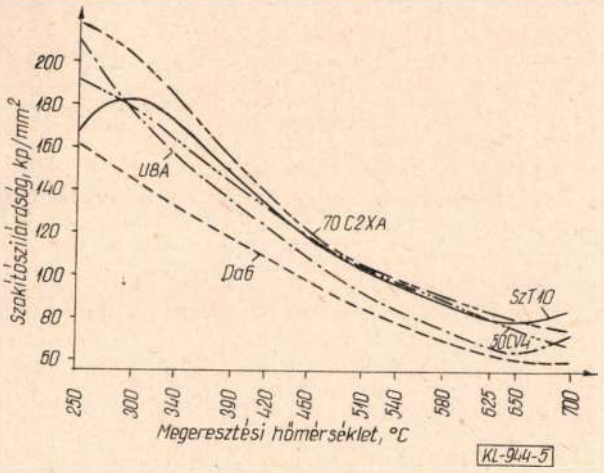
Rugóacélok vegyi összetétele *2. táblázat*

Minőség	C %	Mn %	Si %	P %	S %	Cr %	Ni %	Cu %	V %	Szakítószilárdság σ_B edzés előtt kp/mm²
Da 6	0,42	0,63	0,29	0,018	0,031	0,086	0,066	0,086	—	90,5— 94,5
Szt 70 GOSZT 1050—60	0,65	0,58	0,25	0,023	0,029	0,10	0,080	0,16	—	121 —125
U8A GOSZT 1435—54	0,75	0,20	0,23	0,012	0,010	0,10	0,07	0,11	—	87,5— 88,6
50 CV 4 MSZ 2666—52	0,50	0,60	0,25	0,016	0,021	1,03	0,06	—	0,20	90,5— 92,5
70 C2 XA GOSZT 2052—53	0,65	0,51	1,57	0,024	0,029	0,34	0,04	—	—	104

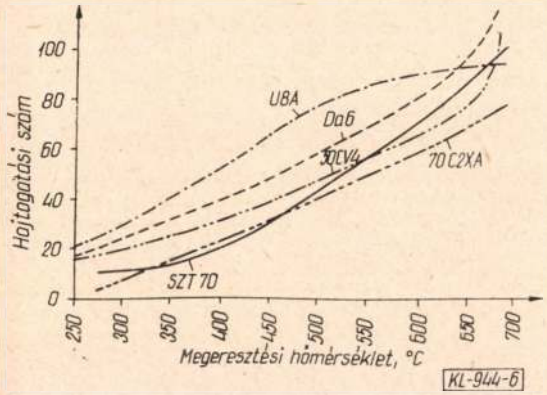
A diagramokból eléggé egyértelműen kivehető, hogy a nagyobb rugalmassági érték az alacsonyabb edzési hőmérséklethez tartozik.

A vizsgálatok alapján megállapításra került, hogy ennél az anyagnál legkedvezőbb eredmény a nemesítés előtt 20—30%-os hidegalakítást kapott szalagon mutatkozik. Ez egyébként nemcsak a hőkezelés, hanem a hasítás és szélgömbölyítés szempontjából is a legkedvezőbb. Az edzési hőmérsékletre 860±10 °C műszerbeállítás, a megeresztésre pedig 420±10 °C a legmegfelelőbb. Az alkalmazott áthúzási sebesség megfelelően kielégítő volt.

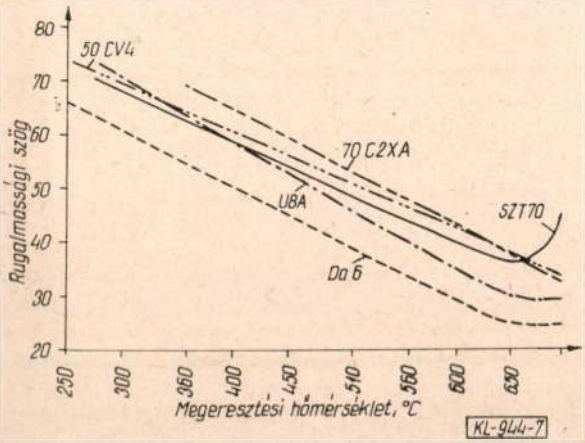
A kísérlet alapján előírt technológiával gyártott ébresztőóra rugók a felhasználó követelményeit jól kielégítik.



5. ábra. Szakítószilárdság változása a megeresztési hőfok függvényében



6. ábra. Hajtogatási szám változása a megeresztési hőfok függvényében



7. ábra. Rugalmassági szög változása a megeresztési hőfok függvényében

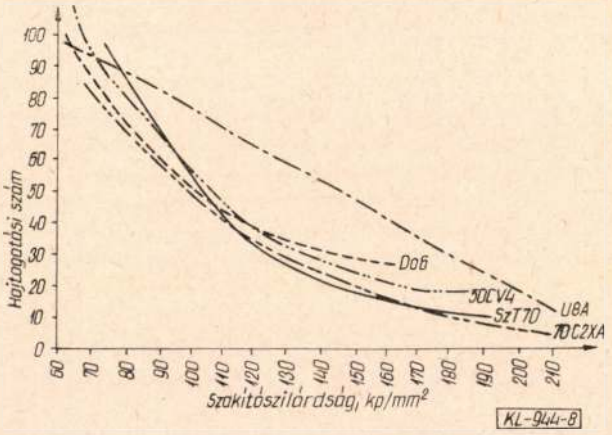
3. sz. kísérlet

A következőkben ismertetendő kísérletsorozatban különböző minőségű rugók tulajdonságait hasonlítottuk össze. (3 ötvözetlen és 2 ötvözött acél szerepelt ebben a sorozatban.) A kísérlet célja a tulajdonságok megismerése volt, hogy ennek alapján az egyes felhasználási célnak legjobban megfelelő rugóanyagot lehessen kiválasztani. A kísérlet eredményeiből egyúttal a tulajdonságok eléréséhez szükséges megeresztési hőmérsékletek is megállapíthatók.

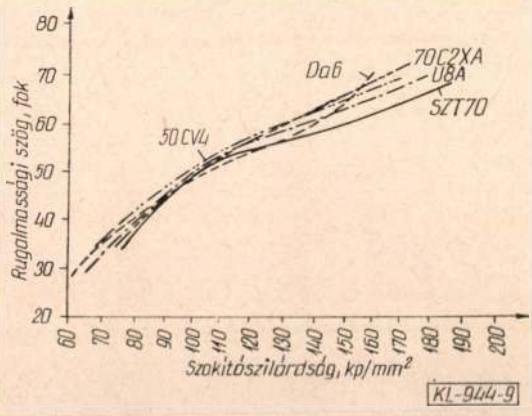
A kísérlethez felhasznált anyagok vegyi összetételét a *2. táblázat* mutatja. (A kísérlet végrehajtásakor még az MSZ 2665—52 volt érvényben.)

Az edzésre kerülő anyagok méretegységesen 20×0,5 mm volt. Valamennyi anyag keményre hengerelt állapotban került edzésre, az edzés előtti szilárdsági értékeket ugyancsak a táblázat mutatja.

Az anyagokat a minőségtől függően 800—840 °C körüli hőmérsékletről edzettük, majd egységesen 250 °C hőmérsékleten megeresztettük. Ez a hőmérséklet elegendő volt ahhoz, hogy a tekercseket fel lehessen csévélni.



8. ábra. Szakítószilárdság — hajtogatási szám összefüggése



9. ábra. Szakítószilárdság — rugalmassági szög összefüggése

Az anyagból kivett próbákat ezután laboratóriumi kemencében 250—700 °C közötti hőmérsékleteken megeresztettük. Összesen 26 megeresztési hőmérsékletet alkalmaztunk. A vizsgálati hőmérsékletet 400—500 °C között sűrítettük, ahol általában a használatos rugószalagjaink a felhasználási célokra a legkedvezőbb eredményt adják.

Ellenőrzésként szakítószilárdsági, hajtogató, rugalmassági és keménységvizsgálatokat végeztünk.

A vizsgálatok eredményeit táblázatokban és diagramokon foglaltuk össze, melyek közül az *5—9. ábrán* néhányat bemutatunk.

Az 5—7. ábra a megeresztési hőmérséklet függvényében mutatja a szakítószilárdság, hajtogatás és rugalmasság szög változását, a 8—9. ábra pedig a szakítószilárdság-hajtogatási szám, ill. a szakítószilárdság-rugalmassági szög változását ábrázolja.

A legnagyobb szilárdságot és emellett magas rugalmassági értékeket a két ötvözött rugóacélminőség adta. Az U8A anyag értékelhetőségét zavarta, amint az a metallográfiai vizsgálatból is kitűnik, hogy az anyag a szélein dekarbonizálódott.

A 7. ábrából megállapítható a Si-os rugóacél jobb rugalmassági tulajdonsága, mivel görbéje az 50CV4 minőség görbéje felett halad.

A kísérletekből értékes következtetéseket tudtunk levonni az egyes rugóminőségek gyártástechnológiájának javításához.

4. sz. kísérlet

A következő kísérletsorozatban a szalagfűrészek élettartamának növelése érdekében végzett vizsgálatainkat ismertetjük.

A szalagfűrészek minőségének elbírálására az élettartam szolgál, azaz a fűrész két élezése közötti idő, ill. forgácsolható anyagmennyiség. Ötvözéssel az élettartam jelentősen növelhető.

Ötvözőelemként elsősorban karbidképzők (Cr, W, V) jöhetnek szóba, a nagyobb ridegség ellensúlyozására pedig szívósságot növelő elemeket (Ni, V) alkalmaznak. Az ötvözés természetesen csak olyan mértékig gazdaságos, amíg az élettartam növekedésből származó megtakarítás még eléri vagy meghaladja az ötvözőanyagok többletköltségét.

A szalagfűrészeket általában 0,6—0,7% C tartalmú acélból gyártottuk. 40 HRc körüli keménységre nemesítve. Szakirodalmi adatok alapján kísérletre kétféle ötvözött minőséget választottunk ki:

A 80CrV2 acél 0,75—0,85% C mellett 0,4—0,6% Cr-ot és 0,15—0,20% V-ot,

a 74NiCr2 acél pedig 0,70—0,78% C mellett 0,2—0,3% Cr-ot és 0,50—0,60% Ni-t tartalmaz.

Mindkét minőségből az első kísérletekhez a Dunai Vasműből kaptunk anyagot, 380×3 mm-es méretben.

A két anyagminőség közül a 80CrV2 volt jobban hengerelhető, ami a vanádium szemcsefinomító hatásának tulajdonítható, azonban a 74NiCr2-vel sem voltak különösebb problémák.

Mindkét minőségű anyagot több szúrással és közbülső lágyításokkal 0,7 mm vastagságra hengereltük le, majd hasítás után nemesítettük 40—45 HRc közötti keménységre.

A szalagfűrészeket Szentgotthárdon a szokásos technológiával kifogazták, majd a Faipari Kutató Intézet összehasonlító forgácsolási vizsgálatokat végzett.

A vizsgálatok során háromrétegű forgácslapon végeztek fűrészelési kísérleteket, 30 m/perc előtolási sebességgel. Az élettartam értékelésére a szalagfűrész hajtómotorja által felvett elektromos energiát regisztrálták. A fűrészelést addig folytatták, míg az energiafelvétel a kezdeti érték 1,5-szeresére emelkedett.

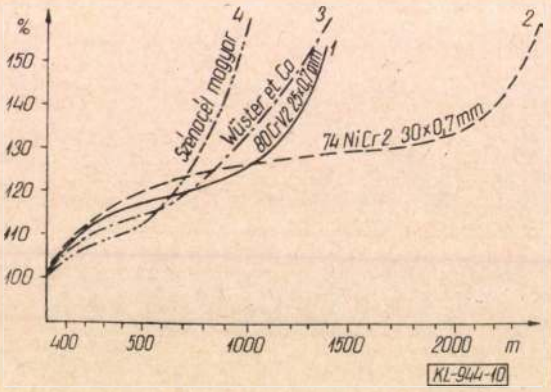
A mérés eredményeit a *10. ábra* mutatja, amelyen a forgácsolt hossz függvényében az energiafelvétel változása van feltüntetve. A diagramon a két kísérleti minőségen kívül egy import szalagfűrész értékeit is bemutatjuk.

A görbék alakja a háromszakaszos jellegzetes kopásgörbét mutatja.

A diagram a 74NiCr2 minőség messzemenő fölényét mutatja a többi minőséggel szemben. Számszerű értékek, a magyar C acélt 100% bázisnak tekintve:

osztrák	129%
80CrV2	144%
74NiCr2	249%

A kísérletek alapján a 74NiCr2 minőség gyártását vezettük be. 1969—70-ben közel 80 tonna szalagfűrész anyagot gyártottunk ebből a minőségből, ami kb. 10%-át teszi ki az összes fűrészanyag gyártásunknak. Célunk továbbfejleszteni ennek a minőségnek a gyártását.



10. ábra. Különböző szalagok energiafelvételének változása

5. sz. kísérlet

Végezetül a nagyszilárdságú kötözőszalag gyártásának bevezetésével kapcsolatos kísérleteinket ismertetjük.

A nagyszilárdságú kötözőszalagok felhasználása a gépi kötözőberendezések elterjedésével egyre inkább növekszik.

Várhatóan hazánkban növekedni fog a kötözőgépek (Signode, Cyclop) száma és ezzel a kötözőszalag iránti igény.

Először a Dunai Vasmű részére gyártottunk nagyszilárdságú kötözőszalagot 1969-ben. Erre a célra szabványos 52 C minőségű anyagot használtunk fel (max. 0,20% C, 1,00—1,50% Mn), amelyet 3 mm-es meleghengerlési méretről közvetlenül

3. táblázat

Kötözőszalagok vegyi összetétele és mechanikai tulajdonságai

Sorszám	Származás	Vegyi összetétel					σ_B kp/mm²	σ_F kp/mm²	δ_5 %	δ_{10} %	Hajtogatási szám
		C %	Mn %	Si %	P %	S %					
1	Signode	0,26	1,44	0,04	0,010	0,030	94,4	85,2	10,5	7,1	64
2	Keményre heng.	0,16	1,09	0,29	0,013	0,033	95,4	90,2	7,0	4,3	15,4
3	Keményre heng. + szélgömb						99	95,1	5,3	3,2	17,0
4	Keményre heng. — színezés nélk.						95,5	88,7	7,8	4,2	17,8
5	Nemesített						76,6	70,5	20,1	13,7	52,0
6	Normalizált						54,7	44,8	40,7	30,3	69,0
7	Patentozott 52 C						60,3	48,6	33,8	24,8	62
8	Patentozott C 35	0,40	0,62	0,33	0,020	0,031	97,7	77,2	15,6	11,7	51

0,8 mm készméretre hengereltünk, 73% körüli alakítással. A szakítószilárdság 90—100 kp/mm² az 5 *d* jeltávon mért nyúlás pedig 4—7% között volt. A kékített kivitel mesterséges öregbítést jelentett, ami a szilárdság további növekedésével és a nyúlás csökkenésével járt együtt.

Ezzel a technológiával készített kötözőszalagok ridegek voltak és gyakori volt a szalagszakadás. Ezért kiterjedt kísérletsorozatba kezdtünk, hogy a nagy szilárdsági érték mellett megfelelően nagy nyúlást tudjunk biztosítani.

Vizsgálataink a következő technológiai variációkra terjedtek ki:

1. Eredeti osztrák *Signode* szalag (patentozott).
2. Keményre hengerelt kötőszalag.
3. Keményre hengerelt kötözőszalag szélgömbölyítve.
4. Keményre hengerelt kötözőszalag, színezés — mestersége öregbítés — nélkül.
5. Nemesített kivitelű kötözőszalag.
6. Normalizált kivitelű kötözőszalag.
7. Patentozott kivitelű kötözőszalag, 52 C minőségű anyagból.
8. Patentozott kivitelű kötözőszalag, C 35 minőségű anyagból.

A mechanikai tulajdonságokat, valamint a vegyi összetételt a *3. táblázat* mutatja. Vizsgáltuk a szakítószilárdságot, folyáshatárt, 5 *d* és 10 *d* jeltávon mért nyúlást, valamint $r=6$ mm henger körül a hajtogatási számot.

A táblázat adataiból látható, hogy nemesítéssel és patentozással sikerült viszonylag magas szilárdsági értékek mellett nagy nyúlású anyagot előállítani. A jó szívóssági értékeket mutatja a nagy hajtogatási szám is. A normalizált kivitel szilárdsága kicsi, míg a keményre hengerelt szalagok ridegségét mutatja a viszonylag kis hajtogatási szám is.

A nemesítést az SKÜ szalagedző berendezésén, a patentozást pedig a December 4. Drótművekben végeztük.

A kísérleti anyagok DV-ben történő kipróbálása alapján egyértelműen bebizonyosodott a nemesített acélszalagok megfelelő minősége. Mivel az SKÜ szalagedző kemencéi ezen minőség gyártására alkalmasak, 1971 elején megkezdtük a nemesített kötözőszalaggyártást a DV részére, 19×0,8 és 32×0,8 mm-es méretben. Ezideig több mint 300 t ilyen kivitelű szalagot gyártottunk le.

A 216 vizsgálat alapján a szakítószilárdság zömmel 80—90 kp/mm² közé, a 10 *d* jeltávon mért nyúlás 10—16% közé esik. A DV felhasználási tapasztalatai szalagjainkkal jók, és tervezzük a gyártás további mennyiségi felfejlesztését, valamint esetleges speciális igények kielégítését.

Befejezés

A fentieken kívül még igen sok kísérlet, vizsgálat folyt az SKÜ-ben a nemesített acélszalagok minőségének javítása céljából. A bemutatott néhány példával a lehetséges módozatok széles skáláját kívántuk ábrázolni. Munkánkban mindenkor a felhasználó ipar igényeinek fokozottabb kielégítése vezetett.

IRODALOM

[1] *Stromber H.—A. Pomp.:* Bandstahlvergütung nach Erhitzung im Durchziehofen und nach unmittelbarre elektrischer Widerstandserhitzung.
[2] *Dedek V.:* Az austenizálás legkedvezőbb feltételei szalagacélok áthúzó edzésénél. Hutnické Listy, 1967. VI. hó 400—404. old.
[3] Entwicklungstendenzen in der Stahlverarbeitung Stahl u. Eisen, 1970. 25. sz. 1434—1449. old.

Az edzhetőség gyors, üzemi minősítése egyetlen, néhány grammos próbával*

GERGELY MÁRTON okl. gépészmérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.14.017: 620.179.3.001.24

Az acélok edzhetősége egyetlen, célszerűen hőkezelt, kis tömegű lapocska-próba keménységének mérése alapján megállapítható. A szükséges értékelő diagramok számítását egy új elmélet teszi lehetővé.

Bevezetés, célkitűzés

Vannak üzemek, amelyek ugyanabból az acélfajtából, rendszeresen, különböző méretű nemesített alkatrészeket gyártanak. A beérkező, más-más adagból származó anyagokat ilyenkor edzhetőségi szempontból minősíteni, majd osztályozni kell. Az edzhetőségi vizsgálatok döntik el, hogy milyen méretű alkatrészt célszerű az egyes adagokból készíteni. Más szóval ez annyit jelent, hogy a felhasználó az illető acélfajta edzhetőségi sávján belül alcsoportokba kénytelen sorolni a beérkező szállítmányokat. A minősítendő anyag kis mérete miatt azonban gyakran nem lehet elkészíteni a szabványos Jominy-próbatestet. Ezért és gazdasági megfontolások miatt is előnyös volna tehát az adagonkénti Jominy-vizsgálat megtakarítása és más, egyszerűbb módszerrel való helyettesítése. Ez az igény természetesen az acélgyártó vállalatnál is felmerülhet. A rendelt, bizonyos átmérőben garantáltan átedzhető acélokat ugyanis rendszerint sokkal gazdaságosabban lehet egy szélesebb edzhetőségi sávú acélfajta adagjainak osztályozásával biztosítani, mint például az összetételi előírások további megszigorításával.

H. Krainertől származik az a következő fejezetben részletesebben is tárgyalt ötlet, hogy az edzhetőségre egy lapocska-próba speciális hőkezelése, majd keménységmérése alapján következtessenek [1, 2]. Az így kapott keménységértékből, egy tapasztalati úton felvett diagram alapján olvasható ki a várható Jominy-görbe helyzete. A módszer nem terjedt el, mert a hitelesítő diagramokat nagyszámú adag vizsgálatával fáradságos és költséges úton kellett volna meghatározni.

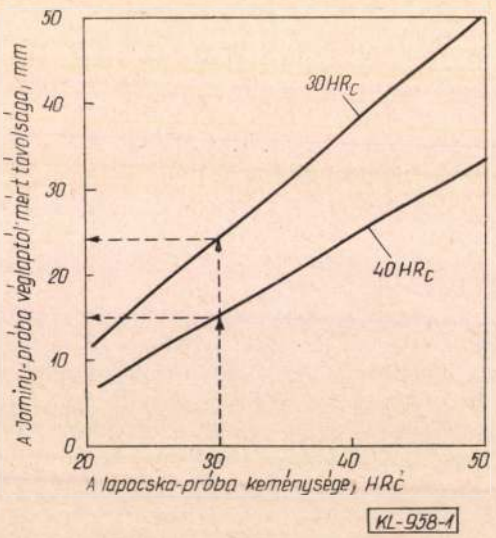
A következőkben bemutatom, hogy az izotermás átalakulási diagram és az edzhetőség belső összefüggéseinek kvantitativ feltárásával lehetőség nyílik arra, hogy az edzhetőségi görbe megszerkesztéséhez szükséges hitelesítő diagramokat *számítással*, acélfajtánként előre meghatározhassuk és így a fáradságos tapasztalati utat megkerüljük.

A számításokat példaképpen a *37 MnSi 5*-acélra végeztem el. H. Krainer ugyanis éppen ezen az acélon végzett nagyszámú mérést. A számítások és mérések eredményeit ezáltal közvetlenül összehasonlíthatjuk.

Edzhetőségi vizsgálat egyetlen kis tömegű lapocskával

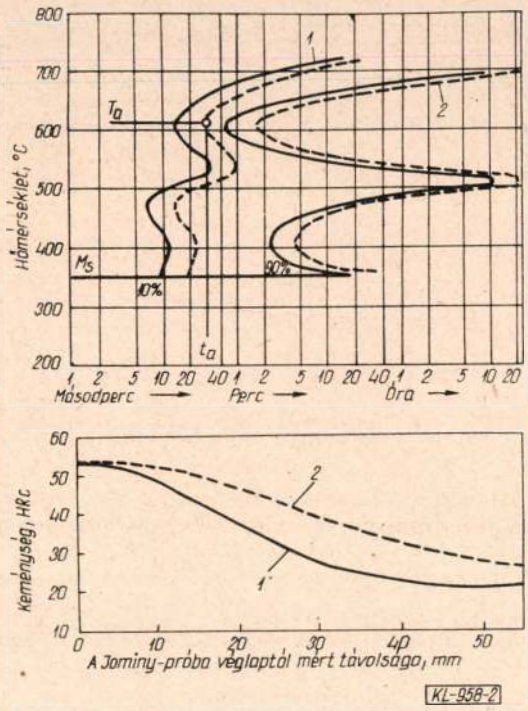
Mint ismeretes, az acéltípusokat és acéladagokat edzhetőségi szempontból a szabványosított véglapedző kísérlet eredményeként kapott keménységlefutás (Jominy-görbe) alapján szokás megítélni, illetve osztályozni. Bár az izotermás átalakulási diagram egy idealizált, a Jominy-görbe pedig egy a hőkezelési gyakorlathoz közel álló, folyamatos lehűlés eredménye, köztük *belső összefüggés* van. Mindkettő az átalakulási hajlamot jellemzi. Ha egy acélminőség két adagját összehasonlítjuk és az egyik adag nagyobb véglaptól mért távolságnál veszi fel ugyanazt a keménységet mint a másik, akkor az izotermás átalakulási digaramjának vonalai a nagyobb idők felé tolódnak el. *Krainer* említett, egy kis tömegű próbával végrehajtott edzhetőségi vizsgálata ezen az összefüggésen alapul.

A vizsgálat abból áll, hogy egy 2—3 mm vastag lapocskát az edzési hőmérsékletről só- vagy ólomfürdőben arra a hőmérsékletre hűtünk, amelyen a legnagyobb az átalakulás sebessége. A próbát ezen a hőmérsékleten meghatározott ideig tartjuk, majd vízbe dobjuk. A hőntartás idejét úgy kell megválasztani, hogy az acélfajta közepes edzhetőségű adagjából vett próba ennyi idő alatt, ezen a hőmérsékleten, körülbelül felerészben már átalakult, felerészben még austenites legyen. A lapocskapróba keménysége ekkor az átalakulási hajlamra jellemző. Ha ugyanis a mindig azonos módon elvégzett izotermás hőkezelést követő vízhűtés után a keménység nagy, akkor az átalakulás lomhán zajlott és így sok, még át nem alakult austenit edződ-



1. ábra. Összefüggés az izotermásan, 620 °C-on 30 s-ig hőkezelt lapocska-próba keménysége és a Jominy-görbe között a „37 MnSi 5"-acélminőség esetében (Kroneis és Krainer [3] után)

* Az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának 1971. évi pályázatán pályadíjat nyert dolgozat.



2. ábra. Két adag izotermás átalakulási diagramja és Jominy-görbéje

hetett. Ha a kísérletet az illető acélfajta nagyszámú adagjánál, párhuzamosan, Jominy-vizsgálat is kíséri, akkor az *1. ábrán* látható diagram megszerkeszthető.

A diagram használatát érzékeltesse a következő példa: Egy lapocskát austenitesítünk, majd hirtelen 620 °C-ra hűtünk és 30 másodpercnyi hőntartás után vízben edzünk. Azt tapasztaljuk, hogy a próba keménysége $HR_c = 30$. Az 1. ábrán leolvasható, hogy az illető adag edzhetőségi görbéje 15 mm véglaptól mért távolságnál lesz $HR_c = 40$ keménységű (ill. éri el a körülbelül 50%-os martensittartalmat). Az ábrán az is látható, hogy a Jominy-görbe $HR_c = 30$ keménységértéke 24 mm véglaptól mért távolságban várható. A vázolt módon akár a teljes edzhetőségi görbe is megszerkeszthető, ha az 1. ábra szerinti diagram kellő sűrűségű görbesereget tartalmaz.

Az izotermás átalakulási diagram és az edzhetőség kapcsolata

Az eddigiekből nyilvánvaló, hogy a lapocska-próba alapján való minősítés kulcskérdése az 1. ábra szerinti, megfelelő diagram számításos meghatározása. A problémát ehhez a következők szerint célszerű átfogalmazni:

Ismerjük egy acélfajta egy adagjának izotermás átalakulási diagramját és ugyanennek az adagnak a Jominy-görbéjét. Meg kell határoznunk egy ugyanebből az acélfajtából való, másik adag *várható* Jominy-görbéjét. A számításokban feltételezzük, hogy az összetételi, metallurgiai és egyéb tényezők az acélfajtára jellemző, izotermás átalakulási diagram alakját nem változtatják meg, csak az időtengely menti eltolódását okozzák. A lapocska-próbával így csak az *eltolódás mértékét* kell meghatároznunk.

Természetesen a feladat fordítva is felmerülhet: Ismert két adagra a Jominy-görbe és az egyikre az izotermás átalakulási diagram; meg kell határoznunk az átalakulási diagram várható eltolódását a másik adagra nézve.

Az izotermás átalakulási diagram helyzetét megadó szám

A *2. ábrán* a folyamatos vonallal rajzolt görbék mutatják a vizsgált *37 MnSi 5*-acélminőség egy közepes edzhetőségű 1-es számú adagjának izotermás átalakulási diagramját és Jominy-görbéjét. Az átalakulási diagramokat az elvégzendő számítások pontosságának érdekében a 10% és a 90% átalakult mennyiségekre vonatkozó görbék jellemzik.

Ha feltételezzük, hogy az acélfajta egyes adagjainak átalakulási diagramjai hasonlóak és csak az időtengely mentén vannak egymáshoz képest eltolva, akkor az átalakulási diagram egyetlen számmal jellemezhető. Ez a szám lehet pl. valamely T_a hőmérsékleten, t_a idő elteltével az austenitből már átalakult X_a mennyiség. (Esetünkben $T_a = 620$ °C, $t_a = 30$ s.) Ennek a helyzetet jellemző X_a számnak, vagy az ezzel szorosan összefüggő keménységnek a függvényében számítjuk az edzhetőségi mutatókat. Az 1. számú adag lapocska-próbájában például 620 °C-on 30 s alatt $X_{a_1} = 0{,}5$ (50%) az átalakult mennyiség. Egy 2. számú adag próbájában $X_{a_2} = 0{,}1$ (10%). Ez az adat elég ahhoz, hogy a 2. számú adag izotermás átalakulási diagramját feltételezéseink alapján megszerkesszük.

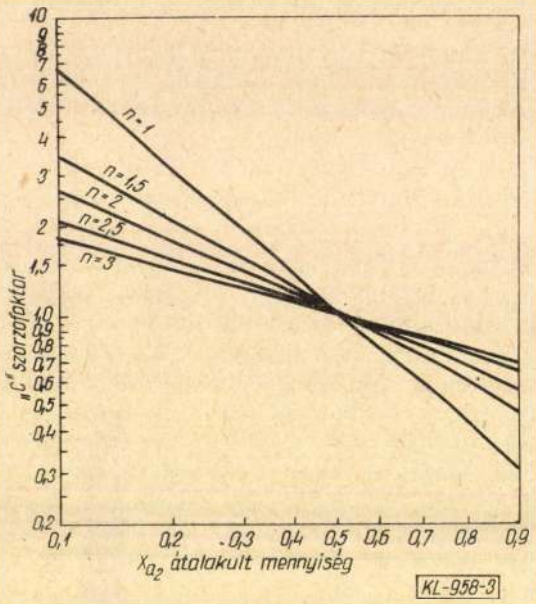
Mivel egy sor olyan adag Jominy-görbéjét szeretnénk meghatározni, amelyekre nézve 620 °C-on 30 sec alatt az $X_a = 0{,}1$-től $X_a = 0{,}9$-ig változik, a kérdést általánosabban tárgyaljuk.

Határozzuk meg, milyen eltolódást jelent az átalakulási diagramban, ha az 1. számú adagból készült próbában T_a hőmérsékleten t_a idő alatt X_{a_1}, egy 2. számú adag próbájában ugyanilyen hőmérsékleten és idő alatt pedig ettől eltérő, X_{a_2} mennyiség alakul át. Az átalakulási diagram logaritmus-léptékben ábrázolja az átalakulás kezdetéig, illetve befejeződéséig eltelt időket. Az eltolás annyit jelent, hogy egy C szorzótényezővel végigszorozzuk az egyik adagra vonatkozó időértékeket; az eredmények egy másik adagra érvényes diagramot adnak meg. Az átalakulás kezdetét és végét meghatározott mértékű, például 1% és 99% átalakult hányaddal szokták jellemezni; a szorzótényezős átszámítás azonban természetesen a 10% és 90% átalakult mennyiségekhez tartozó időértékekre is igaz. Ha az izotermás átalakulási folyamat az

$$X = 1 - e^{-k \cdot t^n} \qquad (1)$$

Avrami-egyenlettel leírható, ahol X az átalakult hányad, k az anyagminőségtől és a hőmérséklettől függő állandó, t az izotermán eltöltött idő, és n az átalakulás mechanizmusa által meghatározott állandó, akkor a C szorzófaktor

$$C = \sqrt[n]{\frac{\ln(1 - X_{a_1})}{\ln(1 - X_{a_2})}} . \qquad (2)$$



3. ábra. Az izotermás átalakulási diagram eltolódását meghatározó C faktor a T_a hőmérsékleten, a t_a idő alatt átalakult mennyiség függvényében

A *3. ábra* $X_{a_1} = 0{,}5$ (50%) esetében, különböző n értékekre mutatja ezt a szorzófaktort.

Az edzhetőségi mutatók számítása az izotermás átalakulási diagram helyzetét jellemző X_{a_2} függvényében

Egy régebbi munkámban az izotermás és a folyamatos hűtésre vonatkozó átalakulási diagram matematikai kapcsolatát és a számításra alkalmas formulákat ismertettem [4]. Ezeket a következőkben eszközként használom fel.

A keresett függvénykapcsolat az, hogy az X_{a_2} függvényében milyen véglaptól mért távolságnál találunk egy bizonyos szövetösszetevőt. A meghatározás menete a következő:

1. Az 1. ábrán folytonos vonallal megrajzolt átalakulási diagram T_a hőmérsékleten érvényes adataiból kiszámítjuk az Avrami-kitevőt:

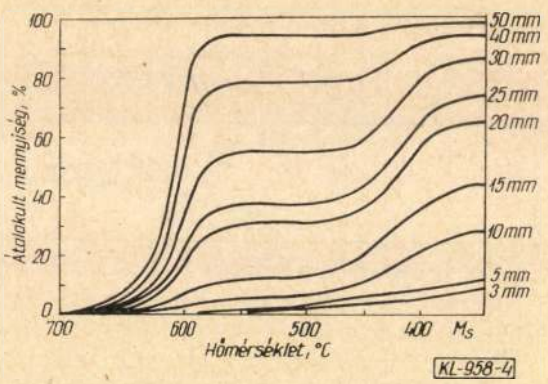
$$n = \frac{A}{\ln \frac{i_{90}}{i_{10}}}, \qquad (3)$$

ahol i_{90} a 90% átalakult mennyiségig eltelt idő, i_{10} a 10% átalakult mennyiségig eltelt idő, és

$$A = \ln \ln \frac{1}{0{,}1} - \ln \ln \frac{1}{0{,}9} \qquad (4)$$

1. táblázat

X_{a_2}	C
0,1	1,870
0,2	1,455
0,3	1,242
0,4	1,106
0,5	1,000
0,6	0,910
0,7	0,830
0,8	0,755
0,9	0,672

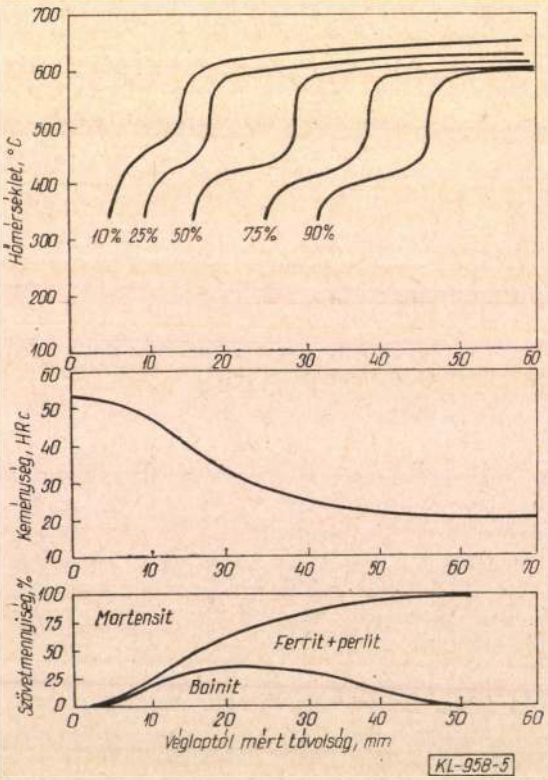


4. ábra. Az $X_{a_2} = 0{,}7$-el jellemezhető adag átalakulásának lefolyása különböző véglaptól mért távolságokban

2. A kapott n-hez a 3. ábrából, vagy a (2) képletből X_{a_2} különböző értékeihez (például tizedenként) a szorzófaktort megállapítjuk. A mi esetünkben $n = 3$ volt. Az ekkor érvényes szorzófaktorokat az *1. táblázat*ban állítottam össze.

3. A szorzófaktorokkal minden T_i hőmérsékleten az 1. sz. adagra megadott (2. ábrán látható) i_{10} és i_{90} értékeket megszorozzuk.

4. Az így kapott 9 db izotermás átalakulási diagram mindegyikére kiszámítjuk [4] a különböző véglaptól mért távolságokban érvényes lehűlésekhez [5] az átalakulás lefolyását. Így például a vizsgált *37 MnSi 5*-acélminőség egy olyan adagja esetében, amelyben 620 °C-on 30 sec alatt $X_{a_2} = 0{,}7$ (70%) az átalakult mennyiség, a *4. ábrán* látható görbesereghez jutunk. A görbesereg egyes tagjai a hőmérséklet függvényében az átala-

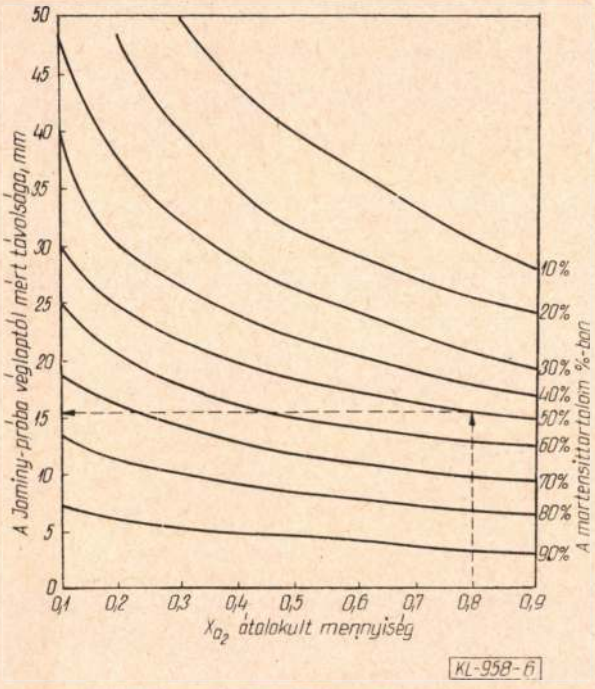


5. ábra. A „37 MnSi 5"-acélminőség $X_{a_2} = 0{,}7$-el jellemezhető adagjának a Jominy-távolságokra vonatkoztatott átakalulási diagramja

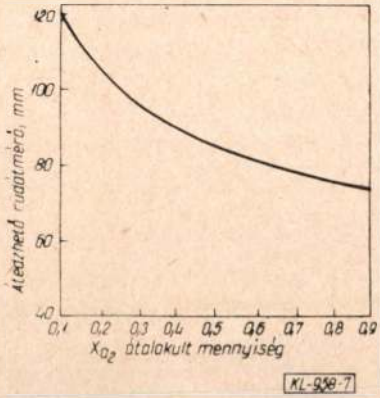
kult mennyiségeket ábrázolják, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 és 50 mm-re a véglaptól. A számításokhoz *T. F. Russel* és *J. C. Williamson* a Jominy-próbán mért lehűlési görbéit [5], 10 °C-onként megadott hőmérséklet-idő értékpárok formájában használtuk fel. Így a 4. ábrán látható görbék is a tízfokonként kapott átalakult mennyiségekből tevődnek össze.

Jól látható a diagramból, hogy pl. 25 mm-re a véglaptól 620 °C-nál éri el az átalakult mennyiség a 10%-ot; A ferrit-perlites átalakulás 560 °C-on fejeződik be és mennyisége 37%. 560 °C és 480 °C között „nem történik semmi", vagyis az itt átalakult mennyiség nem haladja meg a 2%-ot. 480 °C-on az átalakulás bainitesen folytatódik és mennyisége az $M_s = 350$ °C elérésekor 38%. az M_s hőmérsékletnél még át nem alakult 25% austenitből martensit lesz, ha eltekintünk a maradék austenittől.

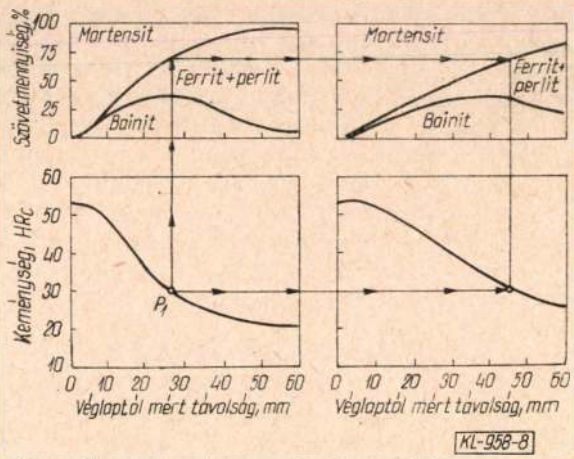
A számítások eredményét a *Jominy-próbatest véglapjától mért távolságokra vonatkoztatott átalakulási diagramegyüttesben* is összegezhetjük, vagyis



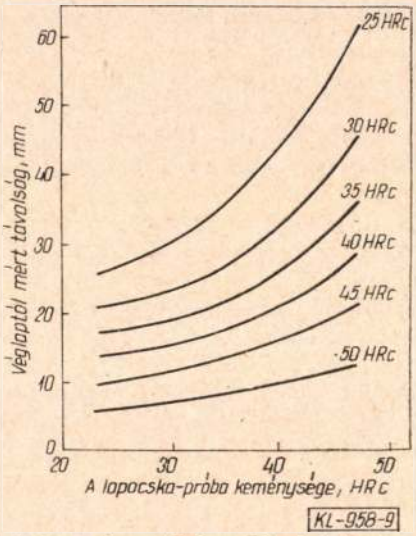
6. ábra. A különböző adagok Jominy-próbáján levő azonos szövetszerkezetű helyek



7. ábra. A különböző adagok átedzhető átmérői, vízhűtéskor



8. ábra. Egy adag ismert Jominy-görbéje alapján egy másik adag várható Jominy-görbéjének megszerkesztése, a számítások eredményeképpen kapott szövetdiagramok alapján



9. ábra. A lapocska-próbás edzhetőségi vizsgálat és a Jominy-görbe kapcsolata

egy olyan, folyamatos hűtésre érvényes átalakulási diagramban, amelyben az átalakulási tulajdonságokat az ordinátával párhuzamos egyenesek mentén kell leolvasnunk [7] *(5. ábra)*.

A különböző X_{a_2} értéknél kapott ilyen diagramokból, az azonos martensittartalommal jellemezhető, véglaptól mért távolságokat foglaltuk össze a *6. ábrán.*

A diagramból tehát leolvasható, hogy ha a *37 MnSi 5*-acélminőség egy adagjából vett próbát austenitesítés után 620 °C-ra hűtünk, és itt 30 sec alatt az austenit 80%-a alakul át, akkor az ebből készült Jominy-próba 50% martensitet a véglaptól mért 15 mm-re fog tartalmazni. Ehhez a Jominy-távolsághoz, vízedzést feltételezve, 75 mm átedzhető szelvényátmérő tartozik [6]. A *7. ábra* az ilyen módon meghatározott átedződő szelvényátmérőket tartalmazza az X_{a_2} függvényében.

Az 1. számú adag Jominy-görbéjéből a többi Jominy-görbét úgy szerkesztettük meg, ahogyan azt a 2. számú adag Jominy-görbéjének példáján az alábbiakban részletezzük (vö. a 2. ábrával).

A *8. ábrán* látható módon a két adagra a számításokból kapott szövetdiagramot egymás mellé helyezzük. Az $X_{a_2}=0{,}5$-el jellemzett adat szövetdiagramja alatt levő Jominy-görbén kiszemelünk egy P_1 pontot. Függőleges vetítéssel megállapítjuk, hogy a Jominy-próba ezen a helyen mennyi martensitet tartalmaz. Ezután vízszintes vetítéssel megkeressük, hogy az $X_{a_2}=0{,}1$-el jellemzett próba szövetdiagramján hol találunk ugyanennyi martensitet. Ilyen véglaptól mért távolságnál lesz a 2. számú adag az 1. számú adagon kiszemelttel azonos keménységű.

Hasonlóképpen szerkesztettük meg a többi adag Jominy-görbéjét is. Az eredményeket a *9. ábrá*ban összegeztük. Az X_{a_2} helyett a lapocska-próba keménységét tüntettük fel. Az átskálázást lineárisan végeztük. A vizsgált acélminőség martensitjének keménysége kb. $HR_c=53$. A 620 °C-on, izotermásan végbemenő átalakulás befejeződése után lehűtött próbák pedig $HR_c=17-20$ keménységűek.

Összefoglalás, következtetések

Dolgozatomban röviden áttekintettem a *Krainertől* származó edzhetőségi vizsgálatot és célul tűztem ki az ehhez szükséges, az eddigiekben tapasztalati úton felvett nagyszámú vizsgálatot igénylő hitelesítő diagram elméleti úton történő meghatározását.

Bemutattam, hogy ha egy acélminőség egy adagjára ismerjük az izotermás átalakulási diagramot és az edzhetőségi görbét, valamint feltételezzük, hogy a többi adag izotermás átalakulási diagramja az időtengely irányába tolódik el, akkor az egyetlen, kis tömegű próbával gyorsan végrehajtható kísérlet eredménye függvényében a többi adag Jominy-görbéje kiszámítható. Ilyen számított összefüggést mutat a 9. ábra a *37 MnSi 5*-acélminőségre. A diagram segítségével, az ebből az acélminőségből készült adagok edzhetőségi szempontból a néhány grammos lapocskapróbával megítélhetők illetve osztályozhatók. A minden laboratóriumban megtalálható csiszoló berendezésen és keménységmérő készüléken kívül, két kemence kell hozzá, amelyeket az austenitesítés hőmérsékletére, illetve az izotermás hőntartás például 620 °C-os hőmérsékletére állítunk be.

A számítások alapján a Jominy-sávhoz *átalakulási diagram*-sáv rendelhető. A számítások és mérések egyezése jó, ami egyben azt is mutatja, hogy az izotermás és a folyamatos hűtésre vonatkozó átalakulási diagram matematikai kapcsolatát leíró formulák jók.

A vizsgálatokból kitűnt, hogy a lapocskapróbás és a Jominy-féle edzhetőségi vizsgálat összefüggését egyenesekkel nem írhatjuk le. *Kroneis* és *Kranier* [3] mérési pontjait is másodrendű görbével kellett volna közelíteni nem pedig egyenessel.

Végezetül megemlítem, hogy a probléma számítógépre könnyen programozható, így lehetőség volna arra, hogy az egyes acélfajtákra előre kiszámítsuk és a felhasználók, illetve gyártók rendelkezésére bocsássuk a hitelesítő diagramokat.

IRODALOM

[1] *Krainer, H.:* Arch. Eisenhüttenw. **17** (1943/44) 11—16. (Werkstoffausschuss. 630.)

[2] *Krainer, H.—Swoboda, K.—Rapatz, E.:* Stahl u. Eisen **69** (1949) 122—127. (Werkstoffaussch. 673.)

[3] *Kroneis, M.—Krainer, H.:* Stahl. u. Eisen **71** (1951) 1365—1375.

[4] *Gergely, M.:* BKL. Kohászat **104** (1971) 309—313.

[5] *Russel, T. F.—Williamson, J. C.:* Symposium on the Hardenability of Steel. London 1946. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 36.) 430.

[6] *Szombatfalvy Á.:* Kohászati Lapok **96** (1963) 555—559.

[7] *Gergely M.:* Kohászat **104** (1971) 393—398.

Egyesületi hírek

A nov. 23-i vezetőségi ülést *Nagy Zoltán* alelnök nyitotta meg, majd először *Latinák István* számolt be a Kovács Szakcsoport 1969—71. évi munkájáról.

A Szakcsoport 1948-ban alakult meg mindössze 15—20 taggal; az aktív tagság azóta rendszeresen találkozik egymással. Eddigi legnagyobb rendezvényük az 1960-as Nemzetközi Kovács Konferencia volt; 1973-ban hasonló rendezvényt terveznek. Tevékenységük alapját a minden hónap első keddjén rendezett szakmai összejövetelek képezik, ezeken a szakemberek kicserélik tapasztalataikat, beszámolókat tartanak külföldi tanulmányutakról, egy-egy érdekesebb szakmai problémát ismertetnek rendszerint vetítéssel egybekötve. Ezek kifejezett célja a szakmai továbbképzés. 1972-ben belföldi és külföldi szakmai kirándulást szeretnének lebonyolítani. Márciusban a Magyar Vagongyár új kovács- és hőkezelő üzemét, májusban az osztrák kovács- hőkezelő üzemeket szeretnék 25—30 fős csoportban megtekinteni. A Szakcsoportnak mintegy 300 tagja van; az aktív tagok száma 80—100 főre tehető; a rendezvényeken 40—50 állandó résztvevővel lehet számolni. A tagságnak mintegy kétharmada dolgozik kohászati üzemekben. Az aktív tagság jelentős részben csepeli. *Ács kt.* halálával azonban a csepeliek érdeklődése csökkent. Célszerű lenne a csepeli csoporttal erősíteni a kapcsolatot. A nyugdíjasok fokozott bevonását tervezik a szakcsoport munkájába, a szakfolyóiratok szakcikkeinek figyelőszolgálatába és a vidéki vendégelőadói munkába. Szeretnének egy-egy fővel résztvenni a külföldi kovács konferenciákon; ezekről a tagság előtt részletes beszámolókat szándékoznak tartani.

Az 1. napirendi ponttal kapcsolatban *Nagy Zoltán, Éles László, Horváth Gyula* és *Brezniczky János* tettek fel kérdéseket. A beszámoló és a hozzászólások alapján *Nagy Zoltán* alelnök a vezetőség nevében megköszönte a beszámolót, majd a következő javaslatokat terjesztette a vezetőség elé:

1. a jövő évi tisztújító közgyűlés alkalmából alakuljon az új acélgyártási szakcsoporthoz hasonló vezetőség; ennek 10—15 fő tagja lenne, ezek közül kerülne ki a Szakcsoport vezetője és titkára.

2. a címlistát a Szakcsoport bővítse ki a nem közvetlenül kovácsolással foglalkozó, de érdeklődő tagtársak névsorával, hogy ők is kapjanak a szakmai rendezvényekre meghívást.

3. növeljék a vidéki üzemlátogatásokkal összekapcsolt egy napos rendezvényeket,

4. javítsák a kapcsolatot a csepeli és salgótarjáni helyi csoporttal, valamint a Magyar Acélárugyár, a JÁFI, a KÖVAC és a NME szakembereivel.

Ezt követően *Temesszentandrási Guidó* számolt be a francia társegyesület (SFM) szeptember végi párizsi metallurgus konferenciájáról, amelyen Egyesületünket képviselte. A konferencián 15 ország kb. 700 szakembere

vett részt. Az előadások az alábbi három fő téma köré csoportosultak: fémfizika; fémek alakítása; a fémek alkalmazása az építésben és a közmunkákon. Az előadások francia nyelven folytak, tolmácsolás nem volt. Általában egy-egy szűk téren folytatott kutatás vagy vizsgálatok eredményeit ismertették. Színvonaluk jó volt; kívánatos lenne azonban, hogy a jövőben magyar szakemberek is tartsanak előadásokat. Az előadások rövid kivonatát francia nyelven a résztvevők kézhez kapták.

A konferencia ideje alatt mód nyílt a francia társegyesület vezetőivel való tárgyalásokra. A rendezők örömüket fejezték ki a magyar részvétel mellett; kifejezték azt a kívánságukat, hogy a meglevő kapcsolatokat fenn szeretnék tartani, valamint azt, hogy a jövőévi magyar Alumínium Konferencián többen szeretnének résztvenni.

A beszámolóhoz *Claus Alajos, Nagy Zoltán* és *Latinák István* szólt hozzá.

Végül *Szőke László* távollétében *Latinák István* ismertette a düsseldorfi őszi Vaskohászati Napokon járt delegáció tapasztalatait. A háromtagú magyar delegáció — *Szőke László, Dr. Kiss Ervin* és *Latinák István* — résztvett a szakmai előadásokon, amelyek a következő főbb témákat ölelték fel: nyersvas- és acélgyártás, alapanyagszállítás, melegalakítás, környezetvédelem, kohászati berendezések műszaki kérdései, különleges olvasztó eljárások.

A konferenciát megelőző napon a vaskohászati egyesületek vezetői tartottak kerekasztal-megbeszélést, olyan témakörökben, amelyek sok ország kohászati egyesületét érintik: európai dokumentációs és szabadalmi központ, a vaskohászati felsőoktatás és továbbképzés, az 1974-es düsseldorfi nagy nemzetközi metallurgus konferencia szervezése.

A jelenvolt kiküldötteknek lehetőségük nyílt arra, hogy meglátogassák a Max Planck Institut, és a Betriebsforschungs-Institutot. A látogatás igen hasznos tapasztalatokkal szolgált; különös figyelmet érdemel az adatbank, amely igen nagy segítséget nyújt az acélok helyes megválasztásához.

Nagy Zoltán alelnök ezután közölte, hogy az elmúlt vezetőségi ülés hosszú vitája alapján 1972-ben a tervezett vertikális (metallurgus-hengerész) kohászati konferencia helyett meleghengerlési konferenciát rendezünk. A házigazda az Ózdi csoport lesz. *Csépe Ferenc* tájékoztatása alapján a konferencia helye legcélszerűbben Aggtelek lehet; a konferencia időpontja pedig 1972. szept. 26—28. A tematikai bizottság vezetésére *Dévényi György* igazgatót Nagy Zoltán már felkérte, további tagokat kér ebbe a bizottságba Ózdról, Diósgyőrből, a DV-ből, Csepelről, a KGMTI-ből és a Vasipari Kutatóból. A tematikai bizottság december közepén kezdi meg munkáját. Egyidejűleg kéri a szakosztály az OKÜ igazgatóságának támogatását is.

Ezután *Stehlik László* számolt be a diósgyőri Műszaki Hónap rendezvényeiről, majd kifogásolta, hogy az Osztrák Műszaki Napok miskolci rendezvényei nem tartalmaztak kohászati jellegű előadásokat.

Lantos István a KGYV csoport lengyelországi tanulmányútjáról számolt be.

Az ülést *Nagy Zoltán* alelnök zárta be, megköszönve az előadók és a hozzászólók aktivitását, közölte, hogy az 1971. évi utolsó vezetőségi ülésre dec. 21-én kerül sor.

Latinák István — Dr. Tardy Pál

*

Az 1971 év utolsó vezetőségi ülését dec. 21-én *Nagy Zoltán* alelnök nyitotta meg, majd az 1. napirendi pontként *Stehlik László*, a Diósgyőri Csoport titkára tartott beszámolót a csoport munkájáról. A vezetőség tagjai írásos jelentésből már előzőleg tájékozódtak a beszámoló tartalmáról, így a vezetőségi ülésen csak rövid szóbeli tájékoztatás hangzott el. A Diósgyőri Csoport létszáma jelenleg már 250 fő, ennek 50%-a mérnöki végzettségű. A tagság 6 szakmai csoportban (metallurgus, hengerész, kovács, öntész és mintakészítő, anyagvizsgáló és hőkezelő, tűzálló és bányász) tevékenykedik. 1972-re tervezik a kohógépész és műanyag szakcsoport megalakítását. Aktív munka folyik a továbbképzés és műszaki tájékoztatás területén: rendszeresen tartanak szakmai előadásokat, gyakran külföldi résztvevőkkel. Rendszeresen szerveztek 1—2 napos ankétokat, így 1971-ben az anyagvizsgálat, mintakészítés, műanyag a kohászatban témakörökben. Egyes rendezvényeket a GTE és a M. Kémikusok E. helyi csoportjával közösen rendeznek. A csoport igen aktívan belekapcsolódik az évenként ismétlődő Diósgyőri Műszaki és Kulturális Napok, valamint a Borsodi Műszaki Hetek és a Diósgyőri Mintakészítő Napok szervezésébe, ahol a szakmai előadások mellett a szakma népszerűsítésére is gondot fordítanak. 1970. év az LKM 200 éves jubileumi éve volt, az egyesületi munka is ehhez kapcsolódott. Célul tűzték ki, hogy a műemlék jellegű gépeket és berendezéseket megóvják. Különféle módszerekkel igyekeznek vonzóvá tenni a kohász szakmát, hogy az elvándorlást megakadályozzák, ill. felkeltsék a fiatalok érdeklődését a kohász szakma iránt.

A beszámolóval kapcsolatban *Nagy Zoltán, Laczka János, Felföldi Zoltán, Éles László, Grega Oszkár, Gruber Imre, Szőke László* tettek fel kérdéseket, majd *dr. Pőcze László* és *dr. Kismarty Lóránd* szólalt fel. A kérdésekre és hozzászólásokra válaszolva, *Stehlik László* elmondotta, hogy a csoport munkáját a vállalat vezetősége támogatja, bár a személyes kapcsolat a vállalati vezetőkkel — azok túlterhelése miatt — nehezen szélesíthető ki. A csoport munkáját önálló kezdeményezések alapján végzi, tehát nem a gyári vezetés konkrét feladat kitűzése alapján, ez az adott keretek között megfelelő módszernek látszik. A csoport jó kapcsolatot alakított ki a határmenti szlovák üzemekkel, kölcsönös látogatások, előadások eddig is voltak és ilyeneket a jövőben is terveznek.

A beszámolót és személy szerint *Stehlik László* munkáját a vezetőség nevében *Nagy Zoltán* alelnök köszönte meg. Összefoglalójában kérte, hogy fokozzák a fiatalok bevonását és javítsák az idősebb, magasabb gazdasági beosztásokban dolgozó kohászok aktivitását. Igen helyes, hogy szoros a kapcsolat a miskolci MTESZ vezetőségével és más társegyesületekkel.

A 2. napirendi pontként *Nagy Zoltán* alelnök összefoglalta a Szakosztály 1971. évi munkáját. Elmondotta, hogy a Szakosztály munkája jól csatlakozott azokhoz a törekvésekhez, amelyeket *dr. Gyulay Zoltán*, az OMBKE elnöke indított el az egyesületi élet hatékonyságának javítására. A hatékonyság növelését tartottuk szem előtt akkor, amikor folytattuk a helyi csoportok és szakcsoportok beszámoltatását. Ezeket a beszámolókat mindig igen élénk vita követte, melynek eredményeként konkrét javaslatokat lehetett tenni a csoportok munkájának javítására. Az aktív tagok részarányának növelését célozza az újabb szakcsoportok megalakítása is. Az új szakcsoportok munkáját az iparági és vállalati vezetés messzemenő bevonásával kívánják megszervezni. Kedvezően alakultak külföldi kapcsolataink: számos szakemberünk járt Lengyelországban, az NDK-ban, az NSZK-ban, Csehszlovákiában, Bulgáriában, kisebb létszámú delegáció vett részt osztrák, szovjet és francia rendezvényeken. Egyesületi szinten javítani kell azonban a kapcsolatokat a szovjet, cseh, jugoszláv, bolgár és osztrák társegyesületekkel. Nagy rendezvényeink (a VI. Kohászati Anyagvizsgáló Napok és a III. Vaskohászati Hidegalakító Konferencia) jól sikerültek, a külföldi résztvevők száma növekedett (a III. Vaskohászati Hidegalakító Konferencián a résztvevők közel egyharmada volt külföldi). 1972-ben első fontos feladatunk a tisztségújító és vezetőségválasztó közgyűlés megfelelő előkészítése. Ezzel kapcsolatban a Szakosztály vezetősége komoly feladatok elé néz.

Végezetül az alelnök megköszönte a vezetőségi tagok egész évi munkáját, támogatását.

A 2. napirendi ponthoz *Szeless László* szólt hozzá.

Ezután *Nagy Zoltán* alelnök a vezetőség legaktívabb tagjainak — kis ünnepség keretében — adta át az Egyesület ajándékát, megköszönve jó munkájukat és kérve további támogatásukat. Ezt követően megemlékezett a 75. évét betöltött *Szele Mihály* tiszteleti tagunkról és távollétében is további jó egészséget kívánt neki a vezetőség nevében.

A vezetőségi ülés újesztendei jókívánságokkal zárult.

Dr. Tardy Pál

SZELE MIHÁLY

1896—1972

Febr. 10-én megdöbbentő, szomorú hírt adtak tovább egymásnak Egyesületünk tagjai: váratlanul meghalt *Szele Mihály* professzor, az Egyesület több cikluson át volt elnöke, 1969 óta tiszteleti tagja. Halálhíre őszinte sajnálkozást és részvétet váltott ki országszerte mindazok körében akik ismerték, szerették, munkatársai, vagy tanítványai voltak.

Alig néhány hónapja köszöntötte fel egy egyesületi küldöttség 75 éves jubileuma alkalmából. Nyilvánosan is felköszöntöttük az erre az alkalomra nagy gonddal és szeretettel összeállított, részletes életútját összefoglaló, lapunk múlt évi 10. számának 452. oldalán közölt köszöntéssel.

Az Egyesület, a Nehézipari Műszaki Egyetem és a Vasipari Kutató Intézet által kiadott közös gyászjelentés kiemeli, hogy *Szele Mihály* professzor: „Különböző kohászati üzemekben, az iparágazat vezetésében, a kohászati kutatás irányításában, a szakmai felsőoktatásban eltöltött hosszú pályája alatt sok kimagasló eredményt ért el. Az OMBKE-nek kora ifjúságától haláláig lelkes tagja, elnöksége idején pedig az egyesületi élet hathatós fejlesztője, a szakágazati vállalatok és felügyeleti hatóságok, valamint az Egyesület együttműködésének eredményes szószólója, a hagyományokat ápoló kollegiális szellem hivatott ápolója volt. Elévülhetetlen érdemei emlékét mindenkorra megőrizzük!"

A hamvasztás utáni búcsúztatóján február 25-én a Farkasréti Temetőben igen nagy számban vettek részt a budapesti kohászeti intézmények képviselői, az egyesület budapesti tagjai, valamint a vidéki kohászati intézmények és üzemek küldöttségei.

*

Az alábbiakban a szokásos nekrológ helyett az elhangzott búcsúbeszédeket teljes terjedelmükben közöljük:

Dr. Verő József igazgató, egyesületi alelnökünk mondotta el az első búcsúbeszédet:

„Utolsó munkahelye, a Vasipari Kutató Intézet nevében mondunk búcsút igazgatóhelyettesünknek, Szele Mihálynak, mindannyiunk kedves Miska bácsijának. Mozgalmas, történelmi eseményekkel és változásokkal terhes korszak volt az a két és fél évtized, amelyet végig élt, míg a kérlelhetetlen vég két héttel ezelőtt hirtelen és váratlanul el nem ragadta munkatársai, barátai és tisztelői köréből. Életének legnyugalmasabb része bizonyára az első 18 éve volt, a háromnyelvű, erdős-hegyes Felvidéken, ahová mindig visszavágyott és vissza is tért, ha tehette. De már a főiskolai tanulmányait sok évre megszakította az első nagy háború, úgy hogy csak 1922-ben fejezhette be azokat, kitűnő minősítésű vaskohómérnöki oklevelet szerezve. Ezután közel két és fél évtizedes szolgálat következett a diósgyőri Állami Vasgyár különböző üzemeiben, sokoldalú szakmai tapasztalatgyűjtés lehetőségével.

Pár héttel Miskolc felszabadulása után, 1945 januárjában már Debrecenbe hívja az ott megalakult új kormány, ipari tanácsadóként. Ettől kezdve közel egy évtizedig azoknak a központi szerveknek szolgálatában áll, amelyek a kifosztott ország újjáépítését, az ipari termelés megindítását és különösen a vaskohászat nagyarányú fejlesztését irányították. Itt végzett munkája irányt mutató és mértékadó volt; széles szakmai látóköre, úgyszólván egész Európa vaskohászatának alapos ismerete, nyelvtudása és tárgyalókészsége fel nem becsülhető értéknek bizonyult ezekben a nehéz években, amikor országunknak, iparunknak újra ki kellett építenie nemzetközi kapcsolatait, hogy ismét beilleszkedhessék az európai és főleg a baráti országok együttműködésébe.

1954 elején nevezték ki a Vasipari Kutató Intézet igazgatóhelyettesévé, két évvel később pedig a Miskolci Nehézipari Egyetem vaskohászattani tanszékének vezetőjévé. Ezekben és a következő években a bányász-kohász társadalom bizalma az Egyesület elnöki tisztségébe emelte. Így ezen a fronton is folytathatta a kohászat jövőjét építő tevékenységét. Sok éven át fáradhatatlanul járta az utat Budapest és Miskolc között, hogy lelkiismeretesen eleget tegyen a két munkahelyen reá rótt kötelezettségeinek. Sok volt a kötelezettsége, de mindig megtalálta a módját, hogy tanácsadással segítse az intézet munkatársait, egyetemi hallgatóinak pedig a szakmai ismereteken kívül bőven juttatott az élettapasztalataiból is, tanítva őket a kohász szakma megbecsülésére és emberségre.

1965-ben nyugalomba vonult, de nem tétlen nyugalomba. Részt kért az intézet munkájából, sokszor ott láttuk az Egyesület összejövetelein, rendezvényein. Még élete utolsó napjaiban is hallhattuk csendes, bölcs szavát. Végül a sors megkímélte attól, hogy heteket, hónapokat éljen végig, tétlenségre kárhoztatva. Most pedig itt állunk földi maradványai előtt és búcsúzunk tőle. De sokszor gondolunk majd rá az intézetben, az egyetemen, az Egyesületben, mert az emléke itt marad köztünk. Ezt az emléket, Szele Mihály emlékét munkatársai, barátai és tisztelői híven megőrzik, ha el is mondtuk búcsúzóul az utolsó jószerencsét."

*

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Kara nevében *dr. Nándori Gyula* dékán búcsúzott:

„Búcsúzni jöttünk kollégánktól, pályatársunktól, a Kohómérnöki Kar kiváló professzorától, Szele Mihály professzortól. Szomorú kötelességünk ez és utolsó lehetőségünk a búcsúra, az elválásra és szorongó érzéseink, fájdalmunk kifejezésére.

Búcsúzunk a Kohómérnöki Kar nevében professzorunktól, az elmúlt évtizedek sok-sok kohómérnökének oktatójától, tanítójától, a Vaskohászati Tanszék volt vezetőjétől. A búcsú egyben emlékezés is. Emlékezés egy derűs nyugalmat árasztó, közvetlen emberi egyéniséggel rendelkező kollégától. Búcsú egy jó tanártól, aki sok-sok éven át nemzedékeknek adta át tapasztalatát és tudását, aki sok-sok éven át oktatta mérnöknemzedékek sorát a nyersvas metallurgia gyakorlatára és tudományára.

Búcsúznak kollégájuktól a Kohómérnöki Kar professzorai, docensei, adjunktusai, tanársegédei, a Kohómérnöki Kar összes oktatója és dolgozója. És a búcsú azt is jelenti, hogy az emberi kor véges határáig őrizzük Szele Mihály professzor emlékezetét emberi egyéniségének tiszteletre méltó vonásait, kötelességtudásának, harmonikus együttműködő készségének kiváló tulajdonságait.

Búcsúzunk mély fájdalommal, szomorú megrendüléssel, tudomásul vesszük a sors kérlelhetetlen végállomását és ilyen érzésekkel mondunk utolsó jó szerencsét!"

*

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület nevében *dr. Gyulay Zoltán* elnök mondott emlékbeszédet:

„Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület nevében búcsúzom Szele Mihálytól, az egyesületnek két cikluson, hat éven át volt elnökétől, majd köszszereteben állt tiszteleti tagjától. És búcsúzom tőle, a jó baráttól az öreg bányászok és kohászok nevében.

Szele Mihályt, mint a legtekintélyesebb kohászok egyikét, 1954. decemberében emelte a magyar bányász- és kohásztársadalom, egyesületi elnöki székébe.

Elnöki székfoglalójára emlékezem először vissza, amely új korszak beköszöntője volt az egyesület életében. Először elemezte mélyrehatóan az egyesület szerepét a felszabadulástól eltelt évtized alatt előállt gyökeresen új helyzetben. Az egyesületi életben tapasztalt negatív jelenségek okait kutatva, határozottan rámutatott annak a szükségességére, hogy a tudomány és a felső szintű iparvezetés szervezetében hatalamasan kibontakozó munkát és az egyesület sajátos társadalmi munkáját, a párhuzamos bizottsági munkák kiküszöbölésére — egészséges megosztással — ésszerűen össze kell egyeztetni. És éles szemmel ő vette észre először, hogy az egyesület és egyik-másik szakosztály összejövetelein mindig a megszokott, régi arcokat látja. »Fiatalabb tagjaink többsége — mondotta — mintha nem érezné az egyesületi, a kollektív munka előnyeit, fontosságát, a közeledést egymáshoz, a tapasztalatok átvételének, a tanulásnak a fontosságát.« Az 58 éves elnök, a fiatalok hiányát érezte. Döntő fontosságúnak mondotta a fiatal mérnök- és technikus generáció aktivitásának — szakmáink jövőjére is erősen kiható — kérdését. Annyira, hogy a következő közgyűlésen határozatot hozatott a fiatalok hatékonyabb bevonására az egyesületi életbe. Ezt munkatársa, Martos Ferenc így fogalmazta meg: »A mai fiatalság részére az egyesületnek a bányász-kohász múlt ápolásán túlmenően sokat kell nyújtania: adni kell a fiatalság képességeinek, fantáziájának és lelkesedésének megfelelő feladatokat s ezek megoldásához segítséget, a tapasztalatok átadása, szaktanácsok közlése, a kollektív, bajtársi szellem kialakítása révén.«

Emlékezetes marad Szele Mihály elnöki szereplése egyesületünk 1956. szeptemberében Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetem 10 éves jubileuma alkalmával tartott választmányi ülésén is, amikor a bányászkohász oktatás egységének helyreállásakor, tisztelettel adózva a megfiatalodott alma-maternek, az egyesület és az alma-mater kapcsolatáról azt mondotta, hogy »az Egyesület munkája célkitűzésében, de társadalmi jellegében is folytatója annak az oktató, nevelő, művelő munkának, amely az Akadémián, a Főiskolán és Egyetemen folyt és folyik. Ma is ez a kapcsolat hozott ide bennünket. Dokumentálni kívánjuk, hogy együtt élünk a jövendő tagtársainkat nevelő Egyetemmel, egyesületi tevékenységünkkel támogatjuk, kiegészítjük munkáját. Nem annak földrajzi helye, hanem a szakok, a karok élete, az alkotó munka, a tudományágak folyamatos művelése jelenti a hagyományt, az utódlást.« Milyen felemelő program volt ez és ma is az, az egyesület számára.

Szele Mihály második elnöki megbízása 1960. január 22-én járt le. Ekkor adományozta neki jó és eredményes elnöki működése elismeréseképp az egyesület a Wahlner-érmet. Hogy milyen jól és eredményesen, szívvel-lélekkel működött, arról az egyesületi életben a szakosztályok egyre jobban kiterebélyesedő munkálkodása, az egyesület súlyának és tekintélyének gyarapodása volt a döntő tanúbizonyság.

Erre visszaemlékezve választotta őt egyesületünk 1969-ben tiszteleti tagjává.

Mint elnök bölcs, megfontolt, miden megnyilatkozásában választékos volt. Nem az elnöki szék kölcsönzött neki méltóságot — az a személyiségéből sugárzott. Akik munkatársai lehettek, soha nem fogják elfelejteni.

Tisztelettel adózunk az emlékének."

1972. évi nívódíj pályázati felhívás

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztály vezetősége 1972. febr. 29-i ülésén úgy döntött, hogy a múlt évekhez hasonlóan 1972-ben is jutalmazza a fiatal, de már gyakorlati tapasztalattal bíró tagtársak önálló, szakmábavágó értekezésekben kifejtett, az átlagosnál lényegesen többet nyújtó munkásságát nívódíjak odaítélésével.

A nívódíjra pályázni lehet bármilyen, 1971-ben vagy 1972-ben megjelent, vagy kéziratban összeállított vaskohászati tárgyú szakmábavágó értekezéssel a vaskohászat időszerű tudományos, műszaki-gazdasági, történelmi, szociológiai stb. témáival, ha az legalább részben önálló kutatás, elemzés, vizsgálódás eredménye.

A terjedelem a szokásos 25—30 gépelt oldalnyi kéziratterjedelmet lehetőleg ne lépje túl. Olyan pályázatok újból nem nyújthatók be, amelyek valamilyen egyesületi pályázatra már be lettek küldve.

Nívódíjban csak azoknak az 1972. év végéig legalább 2 éves egyesületi tagsággal rendelekező szakosztályi tagtársaknak munkái részesíthetők, akik 1972. évben 40. életévüket még nem töltötték be.

A nívódíjakra az Egyesület az eddigi pályázatokra kirt összeget fordítja, a nívódíjak legkisebb összege 3000 Ft, legnagyobb összege 5000 Ft.

A pályázóknak csak egy tanulmánya kerülhet díjazásra.

A nívódíjak odaítélésénél az Egyesület bizottságot alakít, mely az alábbi fő szempontok szerint értékel:

— Az értekezés a maga által kitűzött témát feldolgozta-e?

— Lényegesen többet nyújt-e az átlagos tanulmánynál?

— Az értekezés mennyiben önálló kutatás, elemzés, vizsgálódás eredménye?

— A tanulmány mennyiben dolgoz fel időszerű problémákat?

— A tanulmány tárgyának kifejtésében világos, szabatos-e, megállapításait mennyire igazolja, támasztja alá?

— Stílusában megüti-e a publikált értekezések átlagos színvonalát?

Nívódíjra oly módon lehet pályázni, hogy a pályázó vagy a csoportosan pályázók a feltételek ismeretében és azokat betartva 1972. év október 31-ig

— értekezésüket 2 példányban beküldik az egyesületbe,

— amennyiben már valamely bel- vagy külföldi szaklapban értekezésük megjelent, közlik annak számát és azt a szándékukat, hogy értekezésüket a nívódíj elnyerésére is szánják (külföldi folyóiratban megjelent művek teljes magyar nyelvű szövegét mellékelni kell)

— nyilatkozatukat, hogy a nívódíj odaítélésének feltételeit betartották.

Nívódíjban nem részesíthetők azok a tanulmányok, amelyek

a) 1971. I. 1. előtt jelentek meg,

b) újításokat, tanulmányokat tartalmaznak és már be vanank jelentve,

c) más, határozott célból készültek, pl. diplomatervek, doktori értekezések,

d) valamely szerv (vállalat, intézet stb.) megbízásából közvetlen munkaköri feladatként készültek és szakértői, vagy egyéb díjazásban — kivéve nyomtatásban megjelent publikációkért járó szerzői tsizteletdíjat — részesültek.

A Vaskohászati Szakosztály Vezetősége

*

A nívódíj pályázattól függetlenül a lapunk 1972. évi évfolyamában megjelenő, fiatalabb tagtársak által írt cikkek közül a legidőszerűbb témákat kiemelkedően jól feldolgozó cikkek szerzőit is 1000-1000 Ft-os jutalomban részesíti az év végén a Szakosztály vezetősége. Erre a jutalomra a Szerkesztő Bizottság tesz javaslatot.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

Szabályozó szelepek a timföldgyártásban

NÉMETH BÉLA okl. gépészmérnök — HOLLÓSI JÁNOS vill. ip. technikus
Almásfüzitői Timföldgyár

DK: 669.712.013.6: 532.5: 62—33

A tanulmány az Almásfüzitői Timföldgyárban eddig alkalmazott szabályozó szelepekről ad átfogó ismertetést. Közli a szelepek adatait és a több éves üzemviteli tapasztalatokat. Tanácsot ad a különböző timföldgyári áramló közegeknél alkalmazható beavatkozó szervek konstrukciójára vonatkozóan. Foglalkozik a beavatkozó szervek méretezésével.

Sok egyéb gépi és technológiai követelmény teljesítése mellett a korszerű üzemvitel egyik előfeltétele az önműködő szabályozás és vezérlés. Az üzembiztos önműködő szabályozás sikere többnyire a jó érzékelés [1] és beavatkozás függvénye. Az egyre fejlődő magyar timföldiparban [2], [3], [4] az önműködő irányítás igénye mind erőteljesebben jelentkezik.

Az iparban használt irányító rendszereknél a szabályozási kör igen fontos tagja, a szabályozó berendezés és a szabályozott szakasz egyik csatlakozó pontja: a szabályozó szelep. Ezt az utóbbi időben szabályozó szervnek is nevezik [5].

A szabályozó szelep két fő részből áll: a végrehajtószervből és a beavatkozó szervből.

A timföldgyári zagyok és lúgok kellemetlen tulajdonságai miatt (palásodás, lerakódások, koptatóhatás stb.) [6], [7], ezek a beavatkozó szervek konstrukciójával és anyagával szemben átlagon felüli követelményt támasztanak. Az oldatok ilyen tulajdonságai nagyon megnehezítik az automatizálók tevékenységét. Tapasztalat az, hogy a különböző

1. táblázat

Az Almásfüzitői Timföldgyárban alkalmazott szabályozó és kétállású szelepek		Gyártmányok								Egy üléses	Két üléses	Ferde ülésű	Sarok ülésű	Memb. zárású	Pillangó szárnyas	Tolózár zárású	Szelep ülés és szelep-test anyaga					Végrehajtó szerv			Vezérlő-jel		Működtető segéd ener.		Alkalmazás								Karbantartási idő		
	NA mm	MMG	UHER	KOVO	SZOVJET	FISCH PORT.	GAMMA	HÁZI									KOR 5.	Dannamid	Gumi	Vidia	Nihard	Teflon	Memb. mot.	Dugattyú	Elektr. motor	Pneumatikus	Villamos	Levegő	Vill. áram	Olaj	°C	0 - 120	0 - 420	0 - 16	0 - 100	0,6 - 14	17 - 85	1 - 1,3	1,3 - 1,5	3-6 hónap	6-12 hónap	12-24 hónap
	20	×						×		×							×						×			×		×												
	25	×	×	×						×	×						×						×			×		×					×		×					
	32		×											×					×				×	×		×		×					×		×					
	40	×	×	×		×				×	×			×			×	×	×				×	×		×		×					×	×	×	×				
	50	×	×		×					×	×			×			×	×	×				×	×		×		×					×	×	×	×				
	60						×			×			×							×					×			×		×						×	×	×			
	65	×	×	×						×	×	×		×			×	×	×				×	×		×		×					×	×	×	×	×	×			
	70			×							×						×						×			×		×					×		×					
	80		×	×	×			×		×	×	×	×				×		×	×	×		×	×		×		×					×		×					
	100	×	×	×			×	×		×	×	×	×	×	×		×		×				×	×	×	×	×	×	×				×		×	×	×	×		
	125		×					×		×		×	×	×	×		×		×			×	×	×		×		×					×		×					
	150		×				×	×		×			×	×	×				×	×			×	×	×	×	×	×	×	×			×		×	×	×	×		
	180						×			×			×							×			×		×		×		×				×		×			×		
	200	×	×				×			×		×		×	×		×						×	×	×	×	×	×	×				×	×	×		×			
Tolózár								×								×			×					×		×		×					×							×
Két állású szelepek																																									
	50							×	×								×	×						×		×	×	×	×				×		×				×	
	125							×	×								×	×						×		×	×	×	×				×		×				×	
	200							×								×								×		×	×	×	×				×		×					×
Szelepen áramló anyag	Gőz	×	×	×	×						×												×			×		×				×		×					×
	Víz	×	×	×	×		×	×	×	×	×						×	×	×				×		×	×	×	×	×	×			×		×	×				×
	Sűrűlúg	×	×			×		×	×	×	×	×		×			×		×				×	×		×		×					×		×			×	×	
	Alumínátlúg		×						×		×			×			×		×					×		×		×					×		×			×	×	
	Returlúg		×						×		×			×			×		×					×		×		×					×		×			×	×	
	Vörösiszap zagy		×				×	×	×			×	×	×			×		×	×		×	×	×		×	×	×	×			×	×	×	×	×	×	×	×	
	Hidrát zagy						×	×	×			×			×	×			×	×	×		×										×		×				×	×	
	Hidrát							×								×								×		×		×													×
	Pakura	×						×	×								×						×			×		×					×		×					
	Levegő	×						×	×								×	×					×	×									×		×					×
Karbantartás	3-6 hónap								×	×		×		×																										
	6-12 hónap								×				×																											
	12-24 hónap											×				×																								

KL-194-1t

gyártó vállalatok tájékoztatása nem ad biztos alapot a tervező, illetve alkalmazó részére, pl. *Saunders* típ. szelep nem minden esetben alkalmazható zagyokra, amint ezt a későbbiekből láthatjuk.

Munkánk során sokféle szelepet alkalmaztunk. Az *1. táblázatban* összefoglaltuk az *Almásfüzitői Timföldgyárban* alkalmazott szabályozó szelepek különböző jellemző paramétereit.

Történeti áttekintésre e helyen nincs lehetőség, erről már korábbi munkánkban [8] beszámoltunk. A szabályozó szelep témaköréből is csupán a legfontosabb kérdésekkel kívánunk foglalkozni.

Az alkalmazott szelepek névleges átmérő szerint tizennégyféle méretben kerülnek felhasználásra, az áramló anyagokat tekintve pedig tíz különböző közeg szabályozására szolgálnak. A hőmérséklet, nyomás, viszkozitás, fajsúly és nyomásesés széles határok közt változik. A szelepek konstrukciós adatait tekintve is széles skáláról beszélhetünk. Üzemünkben zárótest és a szelepülék anyaga szerint ötféle, a kivitelt nézve (együlékes, ferdeülékes stb.) nyolcféle szabályozó szelep található.

A végrehajtó szervek többségükben sűrített levegővel üzemelnek, de villamos segédenergiával, sőt olajnyomással működő szabályozó szelepeket is alkalmazunk.

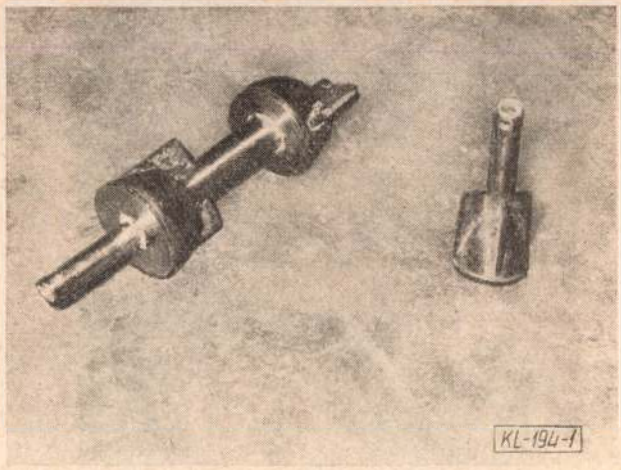
Hosszú idő után sikerült a különböző lúgokra és zagyokra jól és üzembiztosan működő szeleptípust kialakítanunk (ferdeülékes, vídiázott sarok- és módosított kétülékes szelep formájában). Itt említjük meg, hogy a présszelepet (*Saunders*-szelep) zagyokra 100 °C alatt általánosan alkalmazható szeleptípusnak tartották. Üzemi gyakorlatunk sajnos, erre rácáfolt, amennyiben az áramló közeg csiszolóhatású és a nyomásesés 1—1,5 kp/cm²-nél nagyobb, néhány hét alatt a gumimembrán, vagy a teflonmembrán kilyukad.

Negatív példaként említhetjük azt a tényt, hogy ülepítő dorr kónusziszap elvételét szabályozó *Saunders*-típusú szelep zárómembránja több esetben 3—4 nap alatt kilyukadt. Mint kiderült, ez nem a kopás miatt történt, hanem az áramló kemény paladarabok egyszerűen felhasították a membránt. Ebben az adott esetben a nyomásesés nem több mint 1,2 kp/cm². A gyakori meghibásodást úgy próbáljuk elkerülni, hogy bizonyos időnként a szabályozót kézi üzemmódba kapcsoljuk és a szelepet teljesen kinyitjuk. Így a paladarabok a nagyobb keresztmetszeten a membrán felhasítása nélkül átjuthatnak.

Házi készítményű szelepek

Az *Almásfüzitői Timföldgyárban* már hosszú ideje foglalkozunk az automatizálás problémáival [8]. A kezdeti időszakban nem volt lehetőségünk arra (magyar ipar nem gyártott, külföldi beszerzési lehetőség nem volt), hogy megfelelő szelepeket szerezzünk be. Sőt, azt kell mondanunk, hogy a timföldgyári speciális követelményekre még ma sem tudtunk minden igényt kielégítő szabályozó szelepeket beszerezni.

Házilag sok szelep átalakítását, illetve új konstrukciók kialakítását végeztük el. Ennek során szerzett tapasztalatainkat röviden a következőkben ismertetjük.



1. ábra. Zárótest bordás megvezetéssel

Az MMG gyártmányú egy- és kétülékes szelepeknél a vízben levő szennyező anyag, a szeleptest megvezető beszorulását és a szelepszár törését okozta. Ezt a hibát a szeleptestre hegesztett bordás megvezetéssel *(1. ábra)* küszöböltük ki. Az ilyen szelepek egy része még ma is üzembiztosan működik.

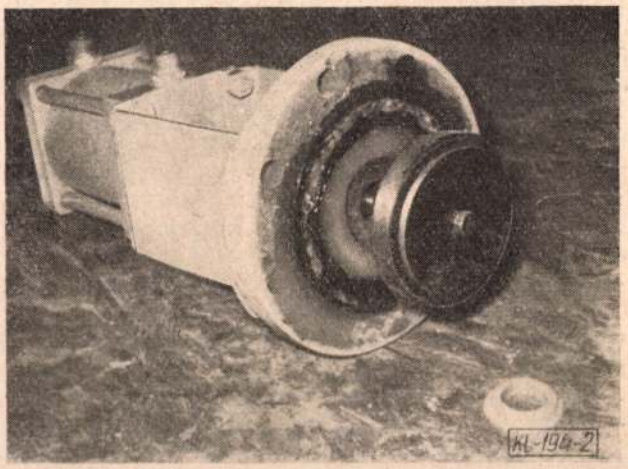
A kezdeti időszakban többféle változatban készítettünk és alkalmaztunk pillangó szelepeket.

A karbantartás megkönnyítésére készítettünk három tagból álló, peremekkel összekötött pillangószelep-házakat. A mozgó részeket magába foglaló középső tag, amelynek belső falára vídiából néhány mm-es réteget hegesztettünk, a szelep kiszerelése nélkül a helyszínen cserélhetővé vált.

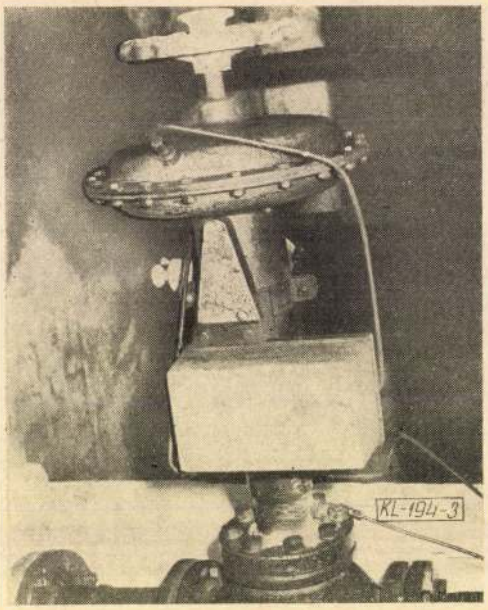
Egy másik változatnál „nihard" anyagból készült bélést építettünk a pillangószelep-házba. Készítettünk olyan szelepet is, ahol a zárótestet és a ház belső falát gumival vontuk be.

Megjegyezzük, hogy hidrátzagy esetében, ahol a szabályozó szelepen a nyomásesés 4—6 kp/cm², az üzemeltetési időt ilyen megoldásokkal sem tudtuk lényegesen meghosszabbítani.

A pakura vezetéknél együléses MMG szelepet alkalmaztunk. A szelepen kis mennyiség, nagy nyo-



2. ábra. Műanyag és gumiülék, ill. zárótest



3. ábra. Szabályozószelep meghosszabbított hűtőbordás megvezetéssel

4. ábra. Ferdeüléses szabályozószelep

mással áramlik keresztül, és a szelep zárt helyzetben is minimális mennyiséget át kell hogy eresszen. Ennek megoldását a szeleptest palástján kialakított letöréssel végeztük el.

A levegővezetékben levő együlékes szelepeket, a jobb zárás érdekében általában műanyag üléssel (danamid vagy gumi zárótesttel) láttuk el *(2. ábra)*.

Lúgoknál nagy problémát jelentett és sűrű karbantartást igényelt a szelepszáron történő lúgkiválás, s így a lerakódás következtében előálló tömszelence-folyás. A hibát, a tömszelence meghosszabbítását jelentő módosítással küszöböltük ki *(3. ábra)*.

Az expanziós sori zagy és dorr-iszap szabályozására szolgáló szelepeknél kielégítő megoldást jelentett a szelepülés és szeleptestek vídiával történő hegesztése.

Az első expanziós tartálynál a rendkívüli igénybevételnek ($\Delta p = 8-10$ kp/cm^2) még a vídiaburkolás (hegesztés) sem felelt meg. Ezért az itt alkalmazott szelepekben a szelepülés és a zárótest a nagyobb követelménynek megfelelő, porkohászati úton előállított vídiából készült.

Azokon a helyeken, ahol a *Saunders*-típusú szelepek (nagyobb nyomású zagyok esetén) nem váltak be, együlékes ferdeülésű szelepeket alakítottunk át *(4. ábra)* szabályozó szeleppé, egybeépítve a megfelelő *Saunders*-szelep dugattyús végrehajtó szervével.

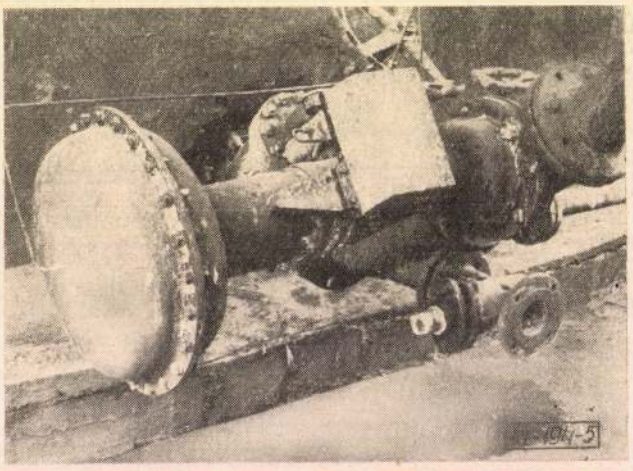
A vörösiszap elvétel szabályozására készítettünk *Saunders*-típusú, membránmotorral működtetett, teflonmembrán zárású szabályozó szelepet *(5. ábra)*.

A házilag készült vagy módosított szabályozószelepek mindegyikét parabolikus zárótesttel és helyzetbállítóval láttuk el.

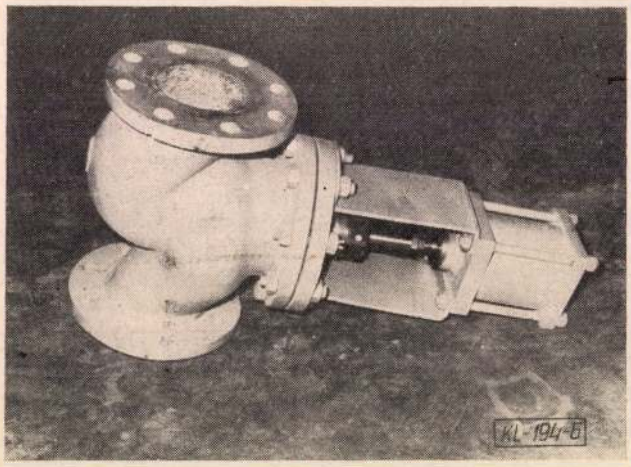
Lúgossá vált kondenzvizek kiváltását és a hidrát szűrőnél a hidrát réteget leválasztó levegő vezérlését kétállású szelepekkel oldottuk meg. Erre a célra kézi szelepeket és tolózárakat alakítottunk át. A szelepek mozgatását pneumatikus munkahenger végzi *(6. ábra)*.

Szabályozó szelepek kiválasztása és méretezése

Tudatosan írjuk és hívjuk fel a figyelmet a „kiválasztásra és méretezésre", mivel a szelepek kiválasztása legalább olyan fontos mint méretezésük.



5. ábra. Teflonmembrános présszelep



6. ábra. Záró-nyitó szelep

A kiválasztásnál az alábbi tényezőket vesszük figyelembe:

— a gyárak közleményeit (katalógusok és prospektusok alapján);
— a testvárvállalatok tapasztalatait;
— saját tapasztalatainkat;
— az üzembiztonságot;
— a tartalék alkatrészek beszerezhetőségét és
— a beszerzési árat.

A szelepek kiválasztásához szükséges néhány további adat ismerete is:

— az áramló anyag hőmérséklete;
— az áramló anyag csiszoló hatása és viszkozitása és
— a szelepen létrejövő max. és min. nyomásesés.

Ezt a nyomásesést három adatból kétféle módon állapíthatjuk meg:

a) amennyiben új rendszer tervezéséről van szó, számítással;

b) ha meglevő gépegységet, illetve technológiai egységet automatizálunk, számítással vagy méréssel határozzuk meg a nyomásesést.

A számítás menetére a *7. ábra* ad útmutatást:

ahol Δp_{cs1} szivattyú és szabályozó szelep közti vízszintes csővezeték nyomásesése,
Δp_{cs2} a szabályozó szelep és felhasználási hely közti csővezeték nyomásesése,
p_1 a szabályozó szelep előtti nyomás,
p_2 a szabályozó szelep utáni nyomás,
Δp nyomásesés a szabályozó szelepen,
p_{sz} szivattyú nyomása,
p_f felhasználási hely nyomása,
p_h nyomó magasságból adódó nyomásesés

A nyomásesés meghatározható:

$$\Delta p = p_{sz} - (\Delta p_{cs1} + p_{cs2} + p_f + p_h)\ [\text{ata}] \qquad (1)$$

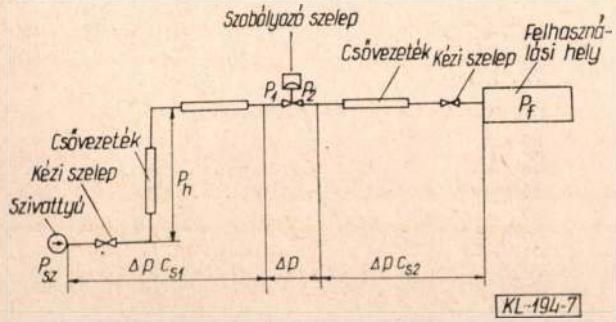
$$p_1 = p_{sz} - (\Delta p_{cs1} + p_h)\ [\text{ata}] \qquad (2)$$

$$p_2 = \Delta p_{cs2} + p_f\ [\text{ata}] \qquad (3)$$

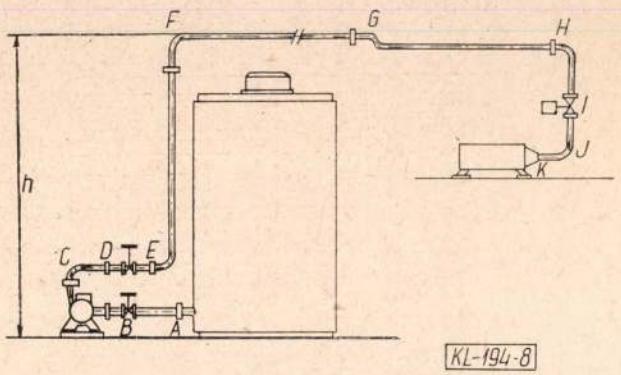
A csővezeték nyomásesése pedig:

$$\Delta p_{cs} = \left(\lambda_{cs}\frac{l}{D} + \Sigma\lambda\right)\frac{V^2}{2g}\gamma\ [\text{kp/m}^2] \qquad (4)$$

ahol V az anyagáram sebessége [m/sec]
g nehézségi gyorsulás [m/sec²]
γ az áramló anyag fajsúlya /kp/m³]
$\Sigma\lambda$ a csővezetékbe épített szerelvények ellenállástényezőinek összege, táblázatban található [9] érték



7. ábra. Séma a nyomásesés meghatározásához



8. ábra. Higlúgos puffertartály szabályozószeleppel

λ_{cs} a csőszakasz ellenállásszáma
l a csőszakasz hossza [m]
D a csővezeték átmérője [m]

Példaként a lúgsűrítői sűrűlúg fajsúlyszabályozókörének szabályozó szelepét *(8. ábra)* mutatjuk be.

Az (1) és (4) formulákkal meghatározott nyomásesés, továbbá az áramló közeg hőmérséklete és a csiszolóhatás ismeretében az 1. táblázatból kiválasztjuk a megfelelő típusú beavatkozó szervet.

Ezt követi a szelepátmérő meghatározása; a szokásos módon meghatározzuk [10] a K_v vagy C_v tényezőt, és ezek segítségével a gyártó vállalat diagramjaiból a legkedvezőbb névleges átmérőjű (NA) szabályozó szelepet kiválasztjuk.

Mint érdekességet, részben ennek illusztrálására is, az *NSZK-beli Daume* cég átfolyási jelleggörbéit mutatjuk be a *9. és 10. ábrán.*

Az átfolyási jelleggörbék ismerete döntő jelentőségű, mert nagy eltérés lehet az egyforma névleges átmérőjű szelepen átfolyó mennyiségek között.

Nagyon fontosnak tartjuk, hogy a szabályozó szelepek helyzetbeállítóval (pozícionálóval) legyenek ellátva. Ez a szabályozás pontosságát lényegesen befolyásoló tényező [5]. Ezek előrebocsájtása után a fenti (7. ábra) példáját folytatva a következő gépészeti és technológiai adatokkal számolhatunk:

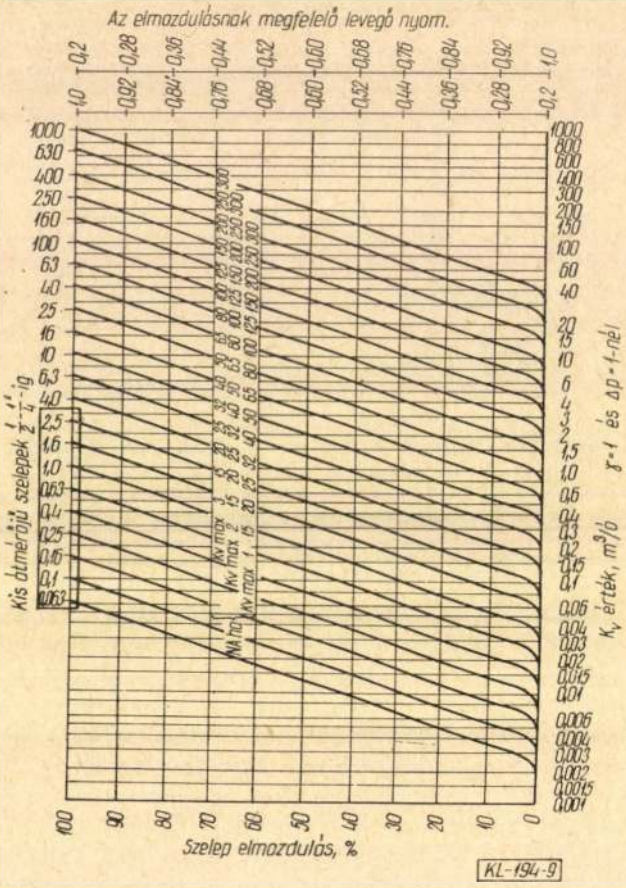
$Q = 420\ \text{m}^3/\text{ó}$
$\gamma = 1240\ \text{kp/m}^3$
$p_{sz} = 8\ \text{kp/cm}^2$
$D = 0{,}2\ \text{m}$
$l = 70\ \text{m}$
$h = 10\ \text{m}$
$g = 9{,}81\ \text{m/sec}^2$

amelyhez csatlakoznak a táblázati adatok [9]:

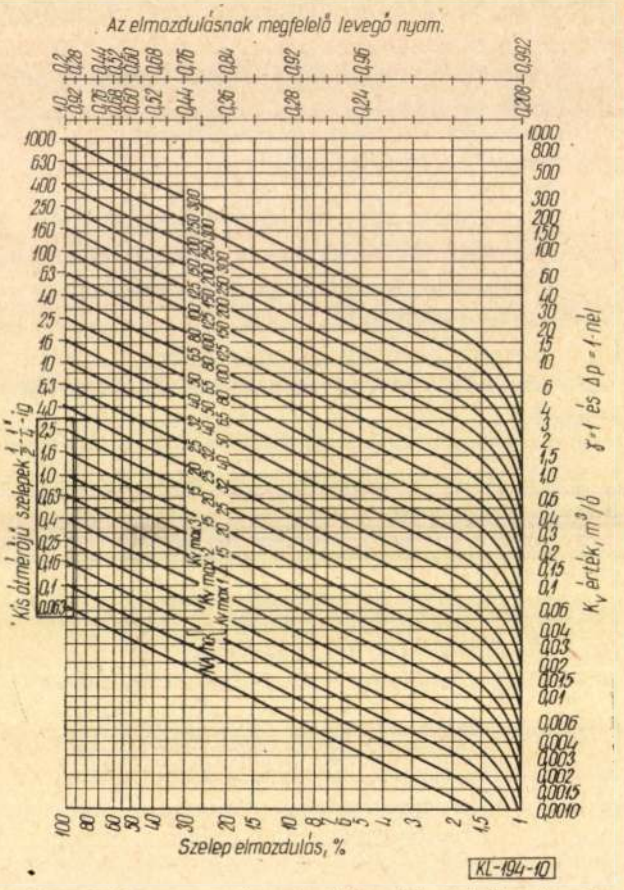
$\lambda cs = 0{,}03$
$\lambda c = 0{,}5$
$\lambda D = 2{,}5$
$\lambda E = 0{,}5$
$\lambda F = 0{,}5$
$\lambda G = 1{,}0$
$\lambda H = 0{,}5$
$\lambda f = 0{,}5$

Ezek alapján a számítás menete:

$$V = \frac{Q}{3600 \cdot F \cdot T} = \frac{420}{3600 \cdot 0{,}0314 \cdot 1} = 3{,}72\ \text{m/sec}$$



9. ábra. W. Daume gyártmányú egyenlőszázalékos szabályozó szelep jelleggörbéje



10. ábra. W. Daume gyártmányú lineáris szabályozó szelep jelleggörbéje

ahol F a csővezeték keresztmetszete (m^2)
T az áramlás ideje (óra)

$$\Delta p_{cs1} = \left(0{,}03\,\frac{70}{0{,}2} + 0{,}5\right)\frac{3{,}72^2}{9{,}81 \cdot 2} \cdot 1240 =$$

$$= 13888 \text{ kp/m}^2 = 1{,}388 \text{ kp/cm}^2$$

$$p_h = h \cdot \gamma = 10 \cdot 1240 = 12\,400 \text{ kp/m}^2 = 1{,}24 \text{ kp/cm}^2$$

$$p_1 = p_{sz} - \Delta p_{cs1} - p_h = 8 - 1{,}388 - 1{,}24 = 5{,}372 \text{ kp/cm}^2$$

$$\Delta p_{cs2} = \left(0{,}03\,\frac{2}{0{,}2} + 0{,}5\right)\frac{3{,}72^2}{9{,}81 \cdot 2} \cdot 1240 =$$

$$= 634 \text{ kp/m}^2 = 0{,}0634 \text{ kp/cm}^2$$

$$p_2 = \Delta p_{cs2} + p_f = 0{,}0694 \text{ kp/cm}^2$$

A szabályozó szelepen a nyomásesés pedig a következő lesz:

$$\Delta p = p_{sz} - (\Delta p_{cs1} + \Delta p_{cs2} + p_h + p_f) =$$

$$= 8 - (1{,}388 + 0{,}0694 + 1{,}24 + 0) = 5{,}302 \text{ kp/cm}^2$$

Sok esetben tapasztaltuk azonban, hogy hiábavaló a gondos számítás, méretezés is a változó technológiai viszonyok vagy módosítások miatt. Ezért feltétlenül szükséges, hogy az automatika tervezője megfelelő technológiai ismeretekkel és üzemviteli tapasztalatokkal is rendelkezzék.

IRODALOM

[1] *Németh B.:* Timföldgyári viszonyokra alkalmas érzékelők B. K. L. 1971.

[2] *Wentzely K.:* 20 éves az Almásfüzitői Timföldgyár. Timföldgyári ankét. Almásfüzitő 1970. XI.

[3] *Dobos Gy.:* A magyar timföldipari fejlesztés felszabadulás óta elért fontosabb eredményei. B. K. L. 1968. I.

[4] *Horváth L.—Lengyel L.:* Az Almásfüzitői Timföldgyárban 1962-ben elkezdett rekonstrukciós bővítés eredményei. Timföldgyári ankét. Almásfüzitő 1970. XI.

[5] *Fazekas M.:* Pneumatikus végrehajtószervek illesztése a beavatkozó szervekhez. V. Országos Automatizálási Konferencia. Budapest 1968. IV.

[6] F. K. I. Időszakos jelentés. Témaszám: 11—34. Timföldgyári lerakódások vizsgálata. 1970.

[7] Almásfüzitői Timföldgyár: Jelentés a lerakódások vizsgálata röntgendiffrakciós módszerrel. 1970.

[8] *Németh B.:* Fejezetek gyárunk 20 éves történetéből. (Műszerezés-automatizálás.) Aloxid Híradó 1970. III—XII.

[9] *Pattantyus Á. G.:* Gyakorlati áramlástan 1951. 132—133. oldal.

[10] *Németh J.:* Szabályozószelepek kiválasztása. Kézirat. Vegyterv Budapest, 1961. V.

Aluminátlúgok össz-Na_2O, kausztikus Na_2O és Al_2O_3 tartalmának automatikus, potenciometrikus meghatározása

Dr. VALLÓ FERENC okl. vegyészmérnök
Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó

DK: 669.712.1: 661.862.271: 543: 257.1

A szerző ismerteti az aluminátlúgok fő komponenseire (össz.-Na_2O, kausztikus Na_2O, Al_2O_3) kidolgozott potenciometrikus titrálási módszereket, majd bemutatja a korszerű mérési elvet alkalmazó Bran—Lübbe Titrometer-t, mely az Ajkai Timföldgyárban technológiai folyamathoz kapcsolva működik. Az üzembehelyezési tapasztalatok mellett rövid összefoglaló található az automatikus mintavevő és hígító rendszerről is.

A timföldgyártás automatizálásának továbbfejlesztését nehezítette az automatikus — a technológiai folyamatra közvetlen rákapcsolható — elemzők hiánya. A technológia számos pontján — így pl. a lúgbeállításnál, zagybeállításnál — a koncentráció érzékelő detektorok hiányában fajsúly szabályozókörök kerültek üzembehelyezésre. A meghatározandó komponensek — kausztikus Na_2O, Al_2O_3 és össz-Na_2O — műszeres elemzési módszereinek kidolgozásával számos kutató foglalkozott. Ezen kutatásoknál két fő irány különböztethető meg; az automatikus vagy félautomatikus — főképp potenciometrikus — titrálási eljárások és berendezések kialakítása, valamint az aluminátlúgok fizikai paramétereinek mérésén alapuló elemzők kifejlesztése. A potenciometrikus eljárások kidolgozásánál jelentősebb *Petrova, Filicskina, Oka, Galster* és *Preuss* munkássága.

Az oszcillometriás mérési eljárások és berendezések kifejlesztésével *Cruse, Bertram, Zarinszkij, Klug, Kovács* és munkatársai foglalkoztak, illetve foglalkoznak.

Az *Ajkai Timföldgyárban* mindkét típusból üzembe helyeztünk egy-egy műszert a feltáró lúg mérésére. Az automata titrométer *Bran—Lübbe* gyártmányú. $\pm 1\%$ alatti hibával mérhető vele mindhárom fő komponens. Szakaszos működésű, zagyok mérésére közvetlenül nem alkalmazható. Az oszcillometriás mérőkészülék az *Ajkai Timföldgyárban* készült. Zagyok szűrés nélküli mérésére is alkalmas egyszerű felépítésű, folyamatos működésű, szabályozókörbe közvetlenül beépített.

Jelen dolgozatban az automatikus titrométer mérési elvét, felépítését, üzembe helyezési tapasztalataikat ismertetjük. A kifejlesztett oszcillometriás mérőműszereinkről és mérési eljárásainkról, valamint a mintavétellel kapcsolatos tapasztalatainkról egy későbbi dolgozatban számolunk be.

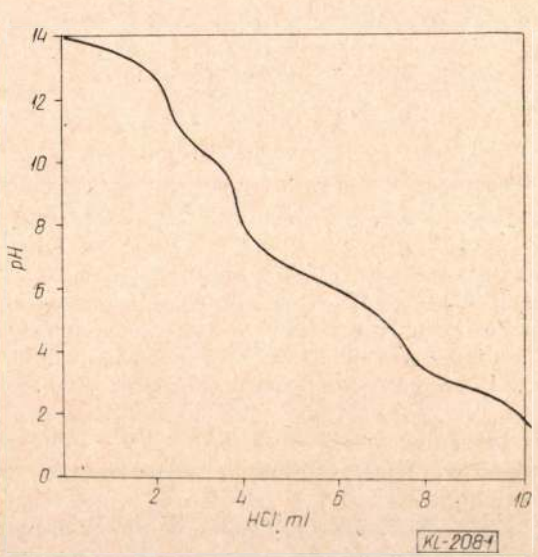
Mérési eljárás

Az első kidolgozott potenciometrikus elemzési eljárások közvetlen HCl mérőoldattal való titrálást alkalmaztak. Így mérték az aluminátlúgok össz.-Na_2O, kausztikus Na_2O és Al_2O_3 tartalmát [1, 2, 3]. A továbbfejlesztett eljárásnál az Al_2O_3 meghatározása már komplexometriás módon történt [4]. Ezek az eljárások azon a jelenségen alapultak, hogy a főképp Na_2CO_3-al szennyezett aluminátlúgokat HCl mérőoldattal titrálva, a pH-ml görbén 4 inflexiós pont figyelhető meg, melyek egy-egy a HCl és a lúg oldat valamely komponense között lejátszódó reakció végét jelzik. Ez a titrálási görbe az *1. ábrán* látható. Az első ekvivalencia pontig fogyott HCl ml a szabad Na_2O (11,2 pH), a második kausztikus $Na_2O + 1/2$ karbonát Na_2O (8,1 pH) a harmadik az össz-Na_2O (4 pH), a negyedik pedig össz-$Na_2O + Al_2O_3$ (2 pH) koncentrációval arányos. A fogyások alapján mind az össz. Na_2O, mind a kausztikus Na_2O és Al_2O_3 számítható.

Másik változatnál 8,1 pH-ig HCl mérőoldattal titrálták az aluminátlúgot. A fogyás szintén kausztikus $Na_2O + 1/2$ karbonát Na_2O-val arányos. A következő lépésben átsavanyították az oldatot és levegő befúvatással a CO_2-t elűzték. NaOH mérőoldattal visszatitrálva 8,1 pH-ig a mintát a fogyásból a 1/2 karbonát Na_2O kiszámítható. Még ugyanezen mintából határozták meg az Al_2O_3-t is. Az oldathoz átsavanyítás után Na_2H—NTE komplexképzőt adagoltak, mely az alumíniummal komplexet képezve sav keletkezett.

NaOH mérőoldattal visszatitrálva a fogyásból a képződött sav, illetve a vele egyenértékű Al_2O_3 kiszámítható. Az ezen az elven működő automata titrálók 5—6% méréshibával dolgoztak.

Az Ajkai Timföldgyár laboratóriumában végzett mérések [5], valamint irodalmi adatok alapján megpróbáltuk feltárni a fenti nagymértékű pontatlanság okait. Kiderült, hogy a titrálás közben kiváló definiálatlan összetételű alumíniumhidroxid-alumíniumoxid gél erősen zavarja a titrálást. A csapadék nagy adszorbciós képességgel rendelkezik, gyorsan öregszik. Így az ekvivalencia pontok közelében az egyensúly beállása nagyon lelassul, azonkívül az Al_2O_3 meghatározásához szükséges csapadék visszaoldás is bizonytalanná válik. A potenciometrikus görbék lefutása lapos, egyes lépcsők bizonyos koncentrációknál el is tűnhetnek.



1. ábra. Aluminátlúg titrálási görbéje Petrova szerint

Így a mérés pontossága már emiatt is kicsi. A mért kausztikus Na_2O koncentráció magasabb lesz, mint a valódi. A hiba nagysága az Al_2O_3-tartalom növekedésével nő. Az *1. táblázatból* látható a tendencia.

1. táblázat

	Al_2O_3 g/l	kNa_2O g/l		Eltérés	
		valódi	mért	ΔkNa_2O g/l	%
Dorr I. ...	134,0	136,5	144,0	7,5	5,50
Híglug ...	71,4	161,2	164,2	3,0	1,86
Malomlúg .	98,2	230,2	239,0	8,8	3,82
Sűrűlúg ...	112,0	241,8	248,0	6,2	2,57

A különböző üzemi lúgoknál az Al_2O_3-tartalom növekedtével a hiba nagysága is nőtt. Az itt alkalmazott mérési módnál a lúg szennyezőit $BaCl_2$-al választották le, forralás és szűrés után elemeztek. Ez a leválasztási mód egy negatív hibát okoz a Na_2CO_3 koncentrációtól függően. Így a táblázatban szereplő Δ kausztikus Na_2O értékek kisebbek, mint amit valójában az alumínium jelenléte okozna. Ezzel magyarázható a malomlúg és sűrűlúg elemzésénél fellépő hiba tendenciától eltérő nagysága. Tapasztalatainkból és irodalmi utalásokból egyértelműen levonhattuk a következtetést, hogy mérés közben az alumínium csapadék kiválását meg kell akadályozni, az alumíniumot komplexbe kell vinni. A *Bran—Lübbe*-cég laboratóriumában fenti tapasztalatok alapján kidolgoztak egy eljárást, mely a TITROMETER elemzőberendezésükre alkalmazható volt [6, 7]. E munkát bonyolították a fenti analitikai szempontok mellett figyelembe veendő méréstechnikai lehetőségek. Ki voltak zárva pl. a forralás, szűrés stb. művelete.

A kialakított metodika a következő:

Az oldatban levő alumíniumot kiválásának megakadályozására Na-gluconát komplexképzővel reagáltatjuk a minta bemérése után.

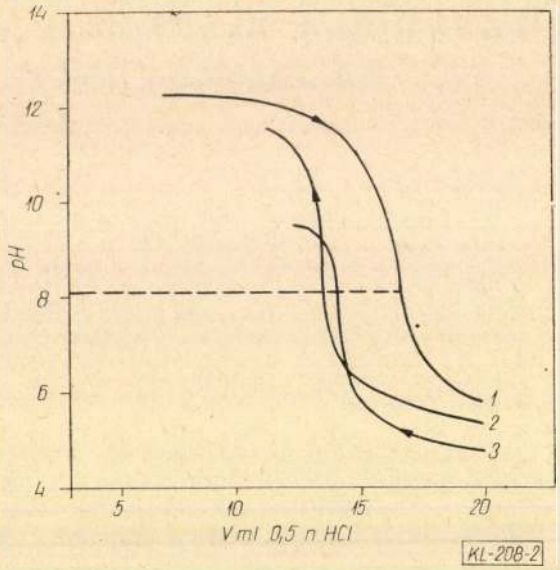
$$Na[Al(OH)_4] + x\ \text{Na-gluconát} \rightleftarrows Al(OH)_3 \cdot (\text{Na-gluconát})_x + NaOH$$

Az így előkészített lúgot HCl mérőoldattal 8,1 pH-ig titrálva, meghatározható a kausztikus $Na_2O + 1/2$ karbonát Na_2O mennyisége.

$$NaOH + Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + NaHCO_3$$

A keletkezett $NaHCO_3$ mennyiségét az oldat átsavanyításával és a keletkezett CO_2 levegővel való kiűzésével, majd a savfelesleg NaOH-val 8,1 pH-ig való visszatitrálásával kapjuk meg.

Ugyanezen oldatból az alumíniumot szintén potenciometrikus úton, KF-al való komplexképzéssel határozzuk meg. A KF az alumíniummal savanyú közegben jóval stabilabb komplexet képez, mint a Na-gluconát, így KF adagolásakor a gluconát komplex megbomlik és Na_3AlF_6 keletkezik. A keletkező KOH, illetve a vele arányos Al_2O_3 mennyiségét HCl-al 8,1 pH-ig való visszatitrálással kapjuk. A titrálási görbék a *2. ábrán* láthatók. (1 görbe első titrálásnál, 2 másodiknál, 3 harmadiknál kapott görbe.) Az inflexiós pontok környezetében a görbék meredeksége nagy, így pontos mérés valósítható meg. Az alább ismertetett *Bran—Lübbe* gyártmányú TITROMETER-rel végzett 31 párhuzamos mérés alapján a %-os relatív szórások a *2. táblázatban* szereplő értékeknek adódtak. Ezen mérési elven működő titráló berendezés üzemét nagyon megdrágította, hogy Na-gluconátot csak nyugati importból tudtunk beszerezni, valamint a komplexképző vizes oldata alkalikus behatásra (a Na-gluconát oldat pH-ját előzőleg 8,1-re állítottuk) epimerizációra, izomerizációra és egyéb reakciókra hajlamos, ami savanyú tartományba vitte az oldat pH-ját és így a mérési hibát növelte. Ezért kétnaponként kellett oldatot cserélni. E problémák kiküszöbölésére helyettesítettük *Watts* és *Utley* [8] által már korábban ajánlott tartarát komplexképzővel a gluconátot. A mérési metodika változatlan maradt, csak az ekvivalencia pontokat kellett módosítani [9]. A felvett titrálási görbék *a 3. ábrán* láthatók. Az 1-es görbe 3,7 molviszonyú lúg, a 4-es görbe 1,7 molviszonyú lúg első titrálási görbéje. A 2-es és 3-as görbe a 3,7 molviszonyú lúg második és harmadik titrálási görbéjének felel meg. A második és harmadik titrálási görbék szabályos S alakúak. Az ekvivalencia pontok megállapításánál $\frac{d^2pH}{dV^2} - V$ görbe 0 helyét kerestük meg [11]. Ellenben mint az 1. ábra alapján is várható volt, az első titrálási lépcsőnél két inflexiós

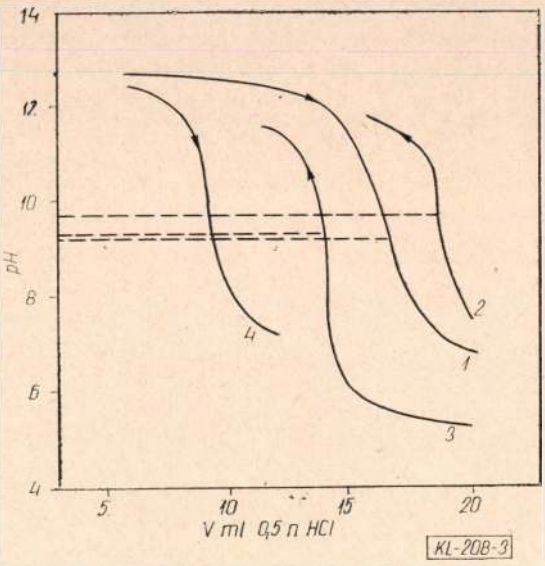


2. ábra. Na-gluconát komplexképző alkalmazásánál kapott titrálási görbék

2. táblázat

	Nátrium-gluconát komplexképzővel		K-Na-tartarát komplexképzővel	
	$\pm S$	S %	$\pm S$	S %
$\ddot{o}Na_2O$	0,465	0,19	0,342	0,14
kNa_2O	0,866	0,40	0,889	0,41
Al_2O_3	0,330	0,34	0,358	0,38

S = standard szórás
S% = százalékos relatív szórás



3. ábra. K-Na-tartarát komplexképző alkalmazásánál kapott titrálási görbék

pont fekszik a görbe meredek szakaszán, ezért nem kaptunk szabályos S görbét. Az inflexiós pont elméleti kiszámítása nehéz lett volna a rendszer bonyolultsága, valamint számos vele kapcsolatos elméleti kérdés tisztázatlansága miatt. Ezért vettük fel mi szélsőséges molviszonynál a titrálási görbéket és empirikusan állapítottuk meg az ekvivalencia pontot. A *3. táblázatban* közöljük az ellenőrző titrálások eredményét. Ezen adatokat kézi titrálással, precíziós pH-mérő (RADELKISZ OP 205 típ.) felhasználásával kaptuk, ezért az eredmények szórása nagyobb, mint az automata titráló eredményei esetében (csepphiba, mérési körülmények változása stb.), ennek ellenére megállapítható volt a felvett ekvivalencia pontok helyessége.

A 2. táblázatban található összehasonlító szórásadatok is mutatják, hogy a mérési hiba gyakorlatilag nem változott a K—Na-tartarát alkalmazásával. A *4. táblázatban* rögzítettük az elemző berendezésnél négy, szintetikus lúggal végzett ellenőrző méréseink eredményeit. Az elemző berendezés mérés-tartományai:

$ö Na_2O$ g/l	220—330
$k Na_2O$ g/l.....	155—240
Al_2O_3 g/l.....	70—160

Maximális mérési hiba végkitérésre vonatkoztatva nem haladja meg a $\pm 1{,}0\%$-ot.

Megvizsgáltuk az aluminátlúgokban előforduló jelentősebb szennyezők, foszfát, vanadát, fluorid — hatását is. Az üzemben előforduló szennyező koncentráció ingadozásnál még 1% alatt marad a mérési hiba, mivel az egyes szennyezők által okozott mérési hibák nem összegeződnek. Ezt mutatja a 4. táblázat is, ahol a 4. sz. lúg azonos a 2. sz. lúggal, csak az még az átlagosan előforduló szennyező koncentrációkat is tartalmazza.

Az ellenőrzésekhez, a mérésekhez használt szintetikus aluminátlúgok a. lt. minőségű NaOH-ból és Na_2CO_3-ból, valamint 99,99%-os tisztaságú fém alumíniumból készültek. Az elkészített és karbonátmentesített NaOH oldatokat elemeztük, majd a Na_2CO_3-at és fémalumíniumot pontos beméréssel vittük oldatba a szokásos módon.

A készülék leírása

Az aluminátlúgok potenciometrikus elemzéséhez szükséges bonyolult mérési metodika és a megkívánt 1% alatti mérési hiba egyszerűen csak sza-

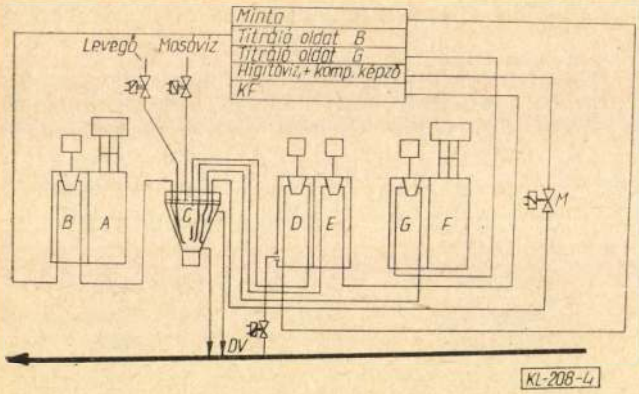
3. táblázat

Sorsz.	Valódi összetétel			Potenciometrikus kézi titrálással kapott összetétel			Eltérés		
	$ö Na_2O$ g/l	$k N_2O$ g/l	Al_2O_3 g/l	$ö Na_2O$ g/l	$k Na_2O$ g/l	Al_2O_3 g/l	$\Delta ö Na_2O$ g/l	$\Delta k Na_2O$ g/l	ΔAl_2O_3 g/l
1.	209,5	164,5	75,0	209,4	163,3	75,9	−0,1	−1,2	+0,9
2.	220,0	160,0	75,0	218,0	160,5	75,5	−2,0	+0,5	+0,5
3.	276,0	235,0	140,0	277,9	235,1	141,5	+1,9	+0,1	+1,5

4. táblázat

Sorsz.	$ö Na_2O$	$k Na_2O$	Al_2O_3	P_2O_5	V_2O_5	NaF	Eltérés					
							$\Delta ö Na_2O$		$\Delta k Na_2O$		ΔAl_2O_3	
	g/l						g/l	%	g/l	%	g/l	%
1 *a*	179,8	155,6	75,0	—	—	—	—	—	+0,4	+0,17	0,0	0,0
b	—	156,0	75,0									
2 *a*	225,5	192,1	90,0	—	—	—	+1,5	+0,45	−1,1	−0,46	−1,0	−0,63
b	227,0	191,0	89,0									
3 *a*	262,5	224,5	140,0	—	—	—	−1,5	−0,45	+0,5	+0,21	0,0	0,0
b	261,0	225,0	140,0									
4 *a*	225,5	192,1	90,0	1,0	1,22	6,0	+2,5	+0,76	+0,9	+0,37	0,0	0,0
b	228,0	193,0	90,0									

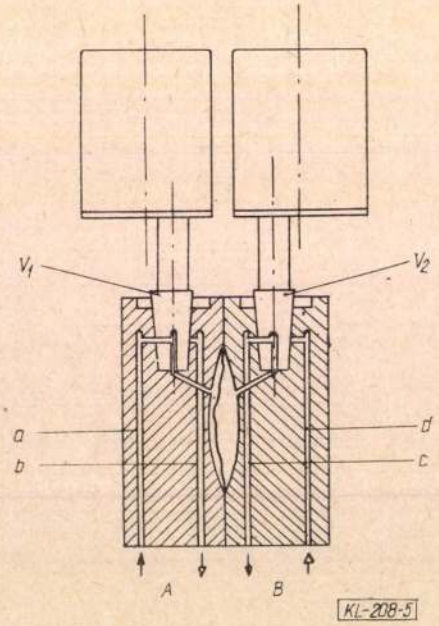
a = valódi összetétel
b = automata titrálóval mért összetétel



4. ábra. Titrometer blokksémája

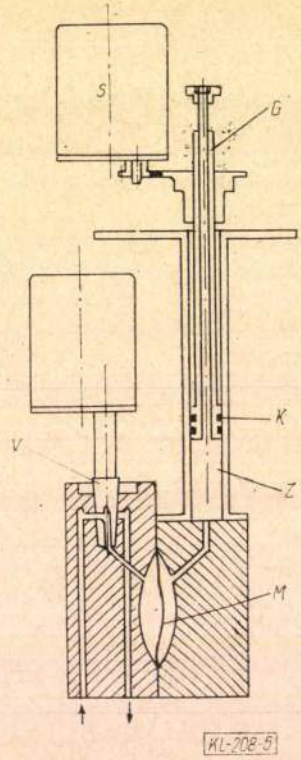
kaszos műszerrel vitelezhető ki. Az üzemeltetési költségek is alacsonyabbak (pl. kisebb a reagens szükséglet), mint egy folyamatos titráló berendezésnél.

A *Bran—Lübbe* gyártmányú Titrometer is szakaszos működésű építőkocka elv alapján szerkesztett műszer. A *4. ábrán* látható a műszer sémája. A *C* a titrálóedény, melybe az automata büretták (TITRODOS), automata pipetták (CHRONODOS) és a levegőbefúvató kapillárisai, a keverő, az üvegelektróda és az AgCl/Ag összehasonlító elektróda sóhídja nyúlik. A titrálóedény felső részén található még a mosógyűrű, melyen keresztül a ciklusvégi öblítésnél áramlik be a víz. A DE egység a CHRONODOS, mely két különböző folyadék — esetünkben a lúgminta és a KF oldat nagy pontosságú bemérését végzi. Sematikus rajza az *5. ábrán* látható. Az egység két azonos szerkezetű műanyagtömbből áll, melyben járatok (*a*, *b*, *c*, *d*) egy-egy motorhajtású csap (V_1, V_2) és homorú kiképzés található. A két összecsavarozott műanyagtömb között gumilemez helyezkedik el. A két csap együtt mozog. Helyzetüket egy-egy kapcsoló érzékeli. A folyadék belép pl. az „a" járatba, kiszorítja eközben a membránnal szemben levő folyadékot „c" járaton keresztül, miközben a membrán a „B" műanyagtömbhöz simul. A csapok 180°-os elfordulása után ez a folyamat értelemszerűen a „d" és „b" járaton keresztül játszódik le. Miután a membrán minden löketnél az edényfalhoz simul, az adagolt térfogat megállapításához elegendő az üreges tér térfogatának ismerete.



5. ábra. Chronodos automata pipetta

Elvéből következik, az adagolandó folyadékoknak bizonyos túlnyomással kell rendelkezniök. Az adagolás pontosságát a túlnyomás abszolút értéke nem befolyásolja. A mintaadagoló CHRONODOS egységnél még ún. mosójáratokat is kialakítanak, ami lehetővé teszi, hogy mintavétel előtt egy mágnesszelep bekapcsolásával az egész csőrendszert átmossa, és így mindig friss mintát adagol a titráló edénybe. A mi esetünkben a fenti típusú a „D" egység. A mosás a „DV" mágnesszelep bekapcsolásával végezhető. A TITRODOS egység — mely a 4. ábrán a „BA" és „GF" jelölést kapta — vázlatos rajza a *6. ábrán* látható. Az alapegységeket szintén két műanyagtömb képezi. Az egyik, mely a „V" motorral működtetett csapot tartalmazza, azonos a CHRONODOS egységgel, a másik egy szinkronmotorral működtetett dugattyússzivattyú, melynél „K" a dugattyú és „Z" a henger. A két összeszerelt műanyagtömb között az üreges teret szintén egy gumimembrán választja ketté. A dugattyú oldali rész buborékmentesen olajjal van feltöltve. Így a bemérendő közeg nem érintkezik közvetlen a precíziós kiképzésű hengerfallal és dugattyúval. A csapdugók és a dugattyúszárak végállás-kapcsolókat működtetnek, melyek biztosítják egy-



6. ábra. Titrodos automata büretta

részt a megfelelő csapdugó állását másrészt a megfelelő dugattyú lökethosszt. Ezen adagoló egységek hibája 0,1% nagyságrendbe esik.

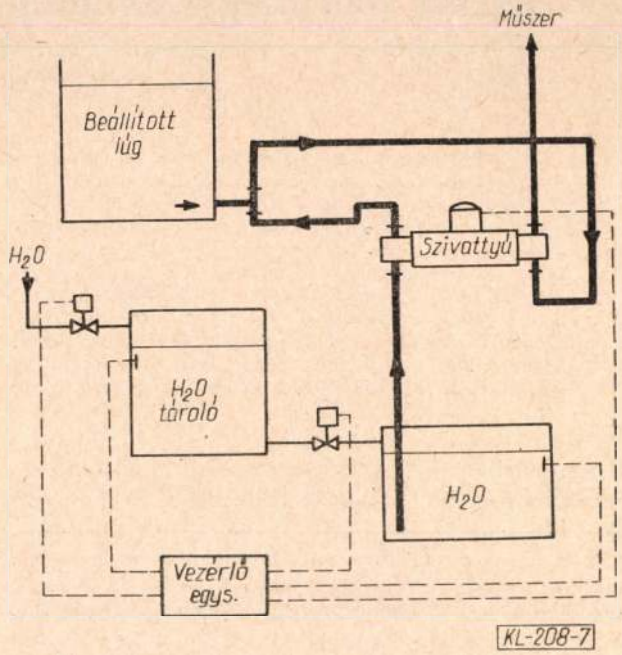
Az egyes műveletek végzését, az egységek működését programvezérlő berendezés irányítja. A titráló oldat fogyások három potenciométeren rögzítődnek. A TITRODOS és potenciométer között nincs mechanikus kapcsolat. Mindkét egységet szinkronmotor működteti. Ugyanazon relé kapcsolja be mindkettőt, így azonos idő alatt a potenciométer elfordulási szöge arányos lesz az oldatfogyással. Ez lehetővé teszi az elektronika teljes elkülönítését a titráló tértől. Az ekvivalencia pontok érzékelésére és kapcsolásra egy pH-mérő és kapcsolóegység szolgál. Az üveg- AgCl/Ag elektródáktól érkező villamos jel a pH-mérő erősítőjére kerül, mely egy fénymutatós galvanométert működtet. A kapcsolást az ekvivalencia pontok előtt és az ekvivalencia pontoknál a galvanométerbe szerelt fotoellenállások és a hozzájuk illesztett tranzisztoros kapcsolóáramkörök végzik.

A titrálási hiba minimális értéken való tartása érdekében egy előre beállított pH-ig — mely megelőzi az ekvivalencia pontot — folyamatosan adagolja a TITRODOS a mérőoldatot. Ennek elérése után egy tranzisztoros multivibrátor kapcsolódik be, mely úgy vezérli a büretta működését, hogy az 5—10 másodpercenként adagoljon pár század ml folyadékmennyiségeket. Így elkerülhető a túltitrálás.

A beállításnál ügyelni kellett, hogy a rendszer időállandója — melyet az elektród-kapilláris elhelyezés, a keverés erőssége, az elektród időállandója határoz meg —, valamint az adagolások közti szünet nagysága összhangban legyen. Az egyes adagok nagyságánál pedig a titráló közeg koncentrációja a mérvadó. A három potenciométeren rögzített mérőoldat fogyásokat egy ellenállásokból felépített analóg számítóegység számolója át a koncentrációértékekkel arányos feszültségjellé. A mért koncentrációértékeket háromszínírós puntográf rögzíti. Egy minta elemzése kb. 35 percig tart.

A készüléket az *Ajkai Timföldgyárban* állítottuk be mind villamos, mind analitikai szempontból. Az analitikai problémák utólagos tisztázásához szükséges laboratóriumi méréseket *Ferencz Antalné* vegyészmérnökkel közösen végeztem. A műszert a bállított lúg koncentrációjának mérésére szereltük fel. 1969. évben kezdtük el a próbaüzemet 1970. évben már az általa mért adatokat üzemviteli célokra használták. Tapasztalataink szerint megfelelő karbantartás mellett a berendezés üzembiztosan működik.

Komoly problémát okozott a berendezésnek a technológiai folyamathoz való illesztése. Mivel a vizsgálandó lúg nagyon tömény, lerakódásra hajlamos, mintavevő-hígító egységet kellett a TITROMETER elé illeszteni. E rendszer sematikus rajza a *7. ábrán* látható. Egy kettős adagolószivatytyú (Bran—Lübbe gyártmányú NORMADOS NJ 20 típ.) szállítja a hígítóvizet, valamint a hígított lúgot. Az alkalmazott hígítási rendszernél a sűrűlúg csak minimális csőszakaszon áramlik. Hígítóvíznek tiszta kondenzvizet használunk. A tároló-



7. ábra. Mintavevő-hígító rendszer blokkséma

tartályok feltöltését esetleges üzemzavar vagy vízbelúgosodás esetén a reteszelést a vezérlő egység irányítja. A mintavevő és hígító rendszer kiképzésétől függ, hogy a hígítási arány mennyire stabil, így először ki kellett mérni a stabil működés feltételeit. Megfelelő beállításnál a hígítási arány a $\pm 0{,}5\%$-nál jobban nem változik. Ezzel kapcsolatos mérési eredményeinket, a kialakított rendszert egy későbbi tanulmányban ismertetjük.

IRODALOM

[1] *Petrova, Snerov, Szuhova, Leferov :* Cvetnüe Metallü *1*, 48 (1965).
Galster : Chemie-Ing.-Techn. *34*, 842 (1962).
Galster : Dechema-Monographien *44*, 239 (1962).

[2] *Filicskina :* Izv. VUZ. Cvetn. Metall. *11*, 53 (1968).

[3] *Oka :* Bunseki Kagaku, Shinpo Sosetsu 156 (1965).

[4] *Galster :* Titration von Aluminatlaugen im Bayer-Verfahren. Bran u. Lübbe Hamburg 100 (1964).

[5] *Ferencz A-né :* Analitikai módszerek felülvizsgálata és továbbfejlesztése. Kutatási jelentés. 7239—3/16. Ajkai Timföldgyár (1963—1964).

[6] *Preuss :* Titration von Aluminatlaugen im Bayer-Verfahren. Bran u. Lübbe Hamburg (1968).

[7] *Preuss :* Titration von Aluminatlaugen im Bayer-Verfahren. Bran u. Lübbe Hamburg 100/a (1968).

[8] *Watts, Utley :* Analytical Chemistry *25*, 864 (1953).

[9] *Ferencz A.-né, Valló :* K-Na-tartarát komplexképző alkalmazása aluminátlúg elemzéseknél. Kutatási jelentés. (1969).

[10] *Fehér :* Kohászat *101*, 287 (1968).

[11] *Ebel :* Z. Anal. Chem. *245*, 111 (1969).

[12] *Farkas, Kovács, Gombos, Klug :* FKI. közleményei X. 237 (1971).

[13] *Cruse, Bertram, Guttmann, Thies :* Zeitschrift für analitische Chemie *4*, 286 (1964).

[14] *Hockij, Zarinszkij, Tonkusin :* Zavodsz. Lab. 7, 825 (1965).

Néhány lehetőség a timföldgyári technológia irányításában

Dr. MÁTYÁSI JÓZSEF főtechnológus
Almásfüzitői Timföldgyár

DK:669.712: 66. 012: 539.26

A szerző néhány módszert ismertet, amelyek segítségével a timföldgyártás technológiai irányítása javítható és alkalmazásuk közvetlen gazdasági eredménnyel jár. Így a röntgendiffraktométer alkalmazásával a bauxitok keverési aránya, a CaO és MgO tartalmuk könnyen ellenőrizhető. A feltárási hatásfok növelhető, a hidrolízis veszteségek csökkenthetők. Másik módszer szolgál az egykamrás Dorr-ülepítők üzemeltetésére és iszaptartalmuk meghatározására. Végül ismerteti a timföldhidrát szűrési ellenállásának mérését, és az ebből levonható következtetéseket.

A timföldgyártás technológiája számtalan részletfolyamatból áll, amely folyamatok bonyolult kölcsönhatásban vannak egymással. A gyártási folyamat nehezen tartható kézben és irányítható, ha nem állnak rendelkezésre eszközök és módszerek, amelyek segítségével megbízható információkat kaphatunk a részletfolyamatokról, továbbá ha a részletfolyamatokban bekövetkező változásokat csak önmagukban vizsgáljuk, figyelmen kívül hagyva azok egymásra gyakorolt hatását.

A korrekt információszerzés lehetőségei az utóbbi években sokat fejlődtek. Sok timföldgyár alkalmaz ma már korszerű tudományos vizsgálati eszközöket és módszereket. Ezek mellett azonban szükség van több olyan sajátos, helyileg kialakított, gyakran empirikus összefüggéseken alapuló módszerekre is, amelyek kiegészítik a tudományos eszközökkel szerzett információkat és ugyancsak nélkülözhetetlen eszközei a korszerű irányításnak. Jó információk, valamint megfelelő szakmai tapasztalatok birtokában a szakember — figyelembe véve a folyamatok kölcsönhatását is — az esetek zömében helyesen avatkozhat be a technológiai folyamatok menetébe.

A következőkben néhány, az *Almásfüzitői Timföldgyárban* alkalmazott eljárást és módszert, valamint ezek eredményét mutatjuk be. A módszerek közül néhányat korábbi közlemények [1, 2] már ismertettek, ezek ismétlésétől eltekintünk.

1. A feldolgozásra kerülő bauxit keverési arányának meghatározása

Az *Almásfüzitői Timföldgyárban* évek óta két bauxit-mezőről származó nyersanyagot dolgozunk fel, nevezetesen az *iszkaszentgyörgyit* és a *halimbait* A kétféle bauxit a *CaO* és *MgO* tartalomban mutatkozó különbségen túlmenően a feldolgozás folyamán lényegében az ülepedési és tömörödési készségében tér el egymástól. A kisebb mennyiségben rendelkezésre álló, de lényegesen jobban ülepedő és tömörödő halimbai bauxit megfelelő keverése segíti elő a zömében iszkaszentgyörgyi eredetű, és rosszul ülepedő vörösiszapot adó bauxit feldolgozását. A keverési arány ismerete rendkívül szükséges. Ennek ismeretében következtetni tudunk a *Dorr*-sorokon kialakult kedvező vagy kedvezőtlen viszonyok okaira. Lehetőségünk van továbbá a bizonyos célok érdekében szükséges keverési arány beállítására, illetve ellenőrzésére.

Ezen arány gyakorlati célra megfelelő pontosságú, rendszeres mérésére *röntgendiffrakciós* eljárást dolgoztunk ki, amely a két bauxittípus vasoxid tartalmának eltérő ásványos összetételén alapszik. Amíg ugyanis az iszkaszentgyörgyi bauxit hematit/goethit aránya 0,3 körüli érték, addig a halimbai bauxitban mérhető hematit/goethit arány ennek több mint tízszerese.

Az összefüggést az *1. ábra* mutatja. Az eljárás hibája a gyakorlatunkban szóbajöhető 50% halimbai bauxit tartalomig 5—7%. Az eljárás részletes leírása kutatási jelentésünkben megtalálható [3].

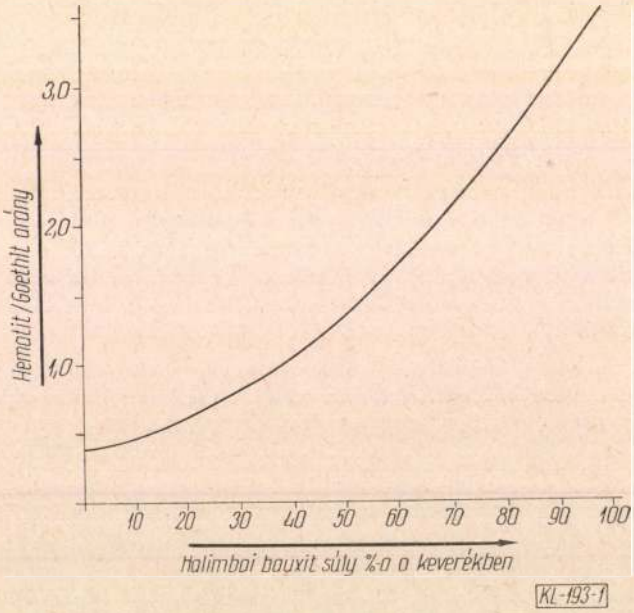
2. A feldolgozott bauxit kalcium-magnézium tartalmú ásványainak meghatározása

A bauxitokban található kalcium és magnézium tartalmú ásványok a lúg és alumíniumoxid fogyasztásukon túl igen káros habzásokat és *Dorr*-sori zavarokat okozhatnak. A már kialakult, kalciumot és magnéziumot bőven tartalmazó, kemény, alaktartó habokkal szemben a rendelkezésre álló habzásgátlószerek gyakorlatilag hatástalanok. Ezért a habzás elleni eredményes védekezés elsősorban a megelőzés lehet.

Ennek érdekében röntgendiffrakcióval naponta meghatározzuk a feldolgozott bauxitban jelenlevő kalcium- és magnézium-ásványok mennyiségét és amennyiben ezek a szokásos 1% alatti értékeket túllépik, megkezdjük a habzásgátlók adagolását.

3. A feltárás eredményességének vizsgálata

Berendezéseink és technológiai körülményeink nem alkalmasak arra, hogy a feldolgozás közben a bauxit alumíniumoxid tartalmát teljes egészében



1. ábra. A hematit: goethit arány változása a halimbai bauxit mennyiségének növelésekor

oldatba vihessük. Így a kovasav által okozott alumíniumoxid veszteségeken kívül a bauxit diaszpor és alumogoethit tartalma is a vörösiszapba kerül. Mindhárom veszteségforrás az idő folyamán a mindenkori bauxit összetétel függvényében változik. Ezért az általánosan szokásos eljárás a feltárás jóságának meghatározására — amely a bauxit és a vörösiszap vasoxid — alumíniumoxid tartalmából számol feltárási kihozatalt — nem lehet megbízható és kielégítő.

Ez az említett eljárás nem nyújt kellő információt egyrészt azért, mert nem tud különbséget tenni a feltárhatatlan és az adott viszonyok között feltárható, de fel nem tárt oxidhidrátok között. Másrészt az adatok szempontjából bázisként tekinthető minták, a bauxit és a vörösiszap az üzemi gyakorlatban nem összetartozók a nagy és változó térfogatok, a keveredési viszonyok változása és az elemzésben jelentkező időeltolódások miatt. Ezért bármilyen tökéletes is a klasszikus analitika, a kapott adatok csak nagyobb időtartamok (hetek, hónapok) átlagára jellemzők.

A helyes technológiai vezetés azonban a feltárás jóságáról gyors és pontos adatokat igényel, annál is inkább, mert több vizsgálat és egybehangzó üzemi tapasztalat is bizonyítja, hogy a nem tökéletesen feltárt vörösiszap a feltáratlan alumíniumoxid veszteségeken túlmenően a — *Dorr*-sori hidrolízis megindításával további veszteségeket is okoz.

A röntgendiffrakciós fázisanalízis e területen is jelentős változásokat eredményezett vállalatunknál. Az autoklávokat elhagyó vörösiszap rendszeres és gyors fázisvizsgálatából a feltáratlan *böhmit* mennyiségét mérjük és ennek mértékétől függően lehet egyértelmű intézkedéseket tenni.

A módszer alkalmazásának kezdeti időszakában hónapokon keresztül végeztünk megfigyeléseket a feltáratlan böhmit hatásának megismerésére, anélkül, hogy a zagybeállítás eddigi módszerén változtattunk volna. Ebben az időszakban az autokláv-iszapban mérhető böhmit tartalom erősen ingadozott 0,5% és 2,7% között. Megfigyeltük és regisztráltuk, hogy amikor a feltáratlan böhmit-tartalom az 1%-ot tartósan vagy esetenként lényegesen meghaladta, ez mindenkor a hidrolízis veszteségek emelkedésével járt együtt.

Ettől kezdve (1969. III. negyedéve) tudatosan törekedtünk arra, hogy a feltáratlan böhmit tartalmat 1% alatt tartsuk, és elértük, hogy azóta ez 0,8% átlagértéket mutat. A zagybeállítás körülményeinek további javításával várhatóan tartósan elérhető lesz a 0,3—0,5%-os érték is.

4. Hidrolízis veszteségek vizsgálata

Az autoklávokat elhagyó zagy kausztikus mólaránya 1,58—1,62 közötti érték. Tekintettel arra, hogy az ilyen alacsony mólarányú aluminátlúgok az ülepítés és mosás viszonyai között nem stabilak, a hidrolízis veszteségek megakadályozása céljából nagy mólarányú folyadékkal (kikevert aluminátlúg, hidrátmosóvíz) ülepítés előtt az oldat mólarányát 1,70—1,72-re emeljük.

A gyakorlatban úgy járunk el, hogy a nagy mólarányú oldatot az ülepítő *Dorr*-ok kónusziszapjához adagoljuk olyan mennyiségben, hogy az első mosó *Dorr*-ba kerülő anyag mólaránya 1,85—2,00 között legyen. Ezzel elvileg biztosítható, hogy az első mosóban, amely a hidrolízis veszteség kialakulása szempontjából döntő fontosságú hely, csapadékkiválás ne következzék be és ilyen mólarányú hígítóvízzel az ülepítésnél megkívánt 1,70—1,72-es mólarány biztosan tartható.

Éveken keresztül használtuk ezt az elvileg jó módszert, ennek ellenére a néhány százalékos hidrolízisveszteséget mégsem tudtunk elkerülni. A folyamatba való beavatkozásunk mindenkor az első mosó túlfolyásának mólarányától függött. Ha a mólarány az általunk jónak tartott 1,85 alá csökkent, növeltük a nagy mólarányú folyadék hozzáadását, ha pedig 2,00 fölé emelkedett, akkor csökkentettük.

Az üzemi tapasztalat és az időközben bevezetett röntgendiffrakciós vizsgálatok bebizonyították, hogy egyedül csak a mólarány alapján történő beavatkozás nem elegendő. Ha valamilyen ok következtében megindul a hidrolízis, az ugyanúgy emeli a hígítóvíz mólarányát mint a nagy mólarányú lúg hozzáadása. Amíg csak a hígítóvíz mólaránya alapján ítéltük meg a helyzetet, ilyenkor hidrolízis fellépésekor is csökkentettük a mólarány-növelő folyadék mennyiségét. Pedig ilyenkor éppen növelni kellett volna ezt a mennyiséget, vagy legalábbis nem lett volna szabad csökkenteni.

Amióta rendszeres röntgendiffrakciós vizsgálatokat végzünk az első mosó iszapjában található *gibbsit* mennyiségének mérésére és ennek, valamint a folyadék mólarányának közös ismeretében avatkozunk be a rendszerbe a *Dorr*-sorok állapotában és a hidrolízis veszteségekben lényeges javulás következett be. A hidrolízis veszteségek alakulására jellemző néhány számadat *(1. táblázat)*.

1. táblázat

Hidrolízis veszteségek alakulása az Almásfüzitői Timföldgyárban

Év	Hidrolízis veszteség Al_2O_3%-ban
1965	3,5
1966	2,9
1967	2,8
1968	2,1
1969	1,2
1970	1,1

5. Egykamrás mosó—Dorr-ok üzemeltetése

Mosósorunk hat 35 m átmérőjű 6000 m^3-es egykamrás *Dorr*-ból áll. Üzemeltetésük során tiszta túlfolyás, valamint magas szárazanyagtartalmú iszapelvételre törekszünk. E cél érdekében a lehető legtöbb iszapot kell tartanunk a *Dorr*-okban úgy, hogy tiszta túlfolyás elvételéhez biztonságos tisztaréteg mégis rendelkezésre álljon.

Ha a *Dorr*-ok túlfolyóin iszap távozik, annak ékt oka lehet. Egyik ok az, hogy túlzottan nagy-

mennyiségű iszap gyűlt össze a berendezésben, a másik az, hogy megváltoztak, azaz romlottak a vörösiszap ülepedési tulajdonságai. Mindkét esetben más és más a hiba elhárításának módszere. Ha túlzottan sok a *Dorr*-ban levő vörösiszap, akkor erőteljesebb iszap-elvétellel segíthetünk a hibán. Ülepedési és tömörödési zavarok esetén a flokulálószerek mennyiségének átmeneti növelésével vagy a bauxit keverési arányának változtatásával érhetünk el eredményt.

Azt, hogy mikor melyik esettel állunk szemben az „*átmeneti zóna*" szabályzásán túl [2] mérésekkel és számításokkal döntjük el [4]. Ebből a célból naponta három alkalommal megmérjük a *Dorr*-okban kialakult tiszta folyadékszint rétegvastagságát. Ha a tiszta zóna magassága egy kritikus érték alá csökken, a *Dorr*-okból fentről lefelé méterenként mintákat veszünk. A minták iszaptartalmának megállapítása után meghatározzuk a *Dorr*-ban tartózkodó szilárd vörösiszap mennyiségét.

Ennek, valamint az egyes rétegekben található iszapkoncentrációnak ismeretében döntjük el a beavatkozás módját és mértékét.

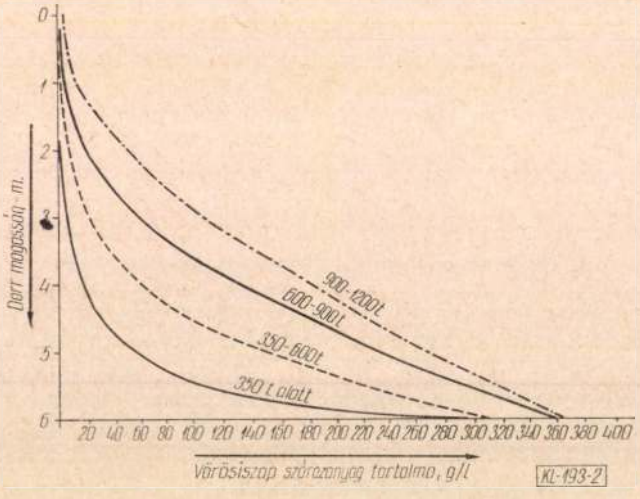
Jelenlegi üzemi viszonyaink között amikor a termelési szintünk mintegy 260—280 ezer tonna/év és az iszapfajlagosunk 1,2 t/t, biztonságos üzemeltetésre csak akkor van lehetőségünk, ha a tiszta réteg magasságát 1,5—2,0 m-en tartjuk.

Ilyen esetben egy-egy *Dorr*-ban 800—900 t szilárdanyag tartható maximálisan, ami az egyes *Dorr*-okban mintegy 24 órás tartózkodást tesz lehetővé. Véleményünk szerint a fenti szigorú rendszabályok betartása teszi lehetővé mosóberendezéseink nagymértékű kapacitáskihasználását.

Az iszap elhelyezkedését a Dorr-ban különböző szárazanyagtartalom mellett a *2. ábra* mutatja be. Jelenleg az ötkamrás *Dorr*-ok biztonságosabb üzemeltetése érdekében hasonló jellegű megoldások felé törekszünk.

6. Timföldhidrát szűrhetőségének ellenőrzése

Az üzemi gyakorlatban a kikevert timföldhidrát szűrhetőségének, szűrési ellenállásának kiemelkedő jelentősége van. A szűrhetőség romlása a termelési



2. ábra. A vörösiszap Dorr-ban való elhelyezkedése az iszapmennyiség függvényében

költségek növekedésével jár, sőt termelés csökkenést is okozhat.

A szűrési ellenállás változásának nyomonkövetésére üzemünkben *Pintér* és *Gál* még 1964-ben egy gyakorlatilag jól használható módszert dolgozott ki [5]. E vizsgálat lényege az, hogy meghatározott vizsgálandó timföldhidrát rétegen át mindig azonos körülmények között azonos mennyiségű kikevert lúgot szűrünk és mérjük a szűrés időtartamát. A mért szűrési idő változása a szűrési ellenállásban bekövetkezett változást tükrözi. A módszer szerzői a szűrési idő változását a timföldhidrát szemcseösszetételének változásával hozták kapcsolatba és a kikeverés kezdő hőfokának változtatásával hatást gyakorolva a hidrát granulometriájára igyekeztek a szűrési ellenállást optimális értéken tartani. Ezt az eljárást azóta is eredményesen alkalmazzuk. Az időközben végzett további vizsgálatok azonban azt is bizonyították, hogy a szűrési ellenállás változása nem csupán a timföldhidrát granulometriájában bekövetkezett változástól függ, hanem nagymértékben függvénye az anyalúg összetételének, illetve az összetétel változásának is (elsősorban a szervesanyag tartalomnak).

E felismerés óta, ha a szűrési ellenállás (szűrési idő) megnő, mielőtt az üzemi technológiába beavatkoznánk, újabb vizsgálattal eldöntjük, hogy a növekedést a timföldhidrát finomodása vagy a szűrendő oldat összetételének változása okozza-e. Ebből a célból a vizsgálandó hidrátréteget a retúrlúg koncentrációjával azonos töménységű, csak alumíniumoxidot és nátriumoxidot tartalmazó szintetikus lúggal átmossuk és szintetikus retúrlúgot szűrünk át rajta. Az üzemi, valamint a szintetikus lúg szűrési idejének viszonyából döntjük el a szükséges beavatkozás helyét és mértékét. Ha a szűrési idők aránya az adott üzemi körülményekre jellemző szám maradt, finomodási jelenséggel van dolgunk, ha az arány a szokásos értéktől eltérő (csökken), a returlúg szennyezettségében, viszkozitás változásában kell a jelenség okát keresnünk.

A fentiekben — a teljesség igénye nélkül — közölt néhány módszer alkalmazása vállalatunknál komoly előnyöket hozott. Azonkívül, hogy a technológia irányítása korszerűbb, pontosabb és könnyebb lett, közvetlen gazdasági eredmény is kimutatható. A vázolt megoldások és intézkedések következtében a feltárási hatásfok mintegy 0,5%-os javulása, valamint a hidrolízis veszteségek 1,5—2,0%-os csökkenése együttesen évi 4—5 ezer tonna timföld többlettermelést jelentenek, külön ráfordítás nélkül.

IRODALOM

[1] *Orbán F.-né:* Röntgendiffraktométer alkalmazása a timföldgyártásban. Proc. 2. Symp. Icsoba, Budapest, 1969.

[2] *Németh B.:* BKL-Kohászat, 103, 506. (1970).

[3] Iszkai és halimbai bauxitkeverék %-os arányának meghatározása röntgendiffrakciós módszerrel. — Almásfüzítői Timföldgyár Kutatási jelentés, 1970.

[4] Dorr-sori zavarok okainak vizsgálata. — Almásfüzitői Timföldgyár Kutatási jelentés, 1968.

[5] *Pintér T.—Gál V.:* BKL — Kohászat, 98. 318. (1965).

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. ÁPRILIS HÓ
4

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал Металлургия
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen Hüttenwesen
Mining & Metallurgical Journal Metallurgy

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel.: 127-084, 318-926

TARTALOM

DR. VERŐ JÓZSEF: Stabilis nitridek a szerkezeti acélfajtákban 145
DÉVÉNYI GYÖRGY: Korszerű hidegalakító eljárások 152
DR. HORVÁTH AURÉL: A gáz- és olajvezetékek építéséhez használatos hegesztett acélcsövek anyagának és gyártásának metallurgiai vonatkozásai 158

CZINEGE IMRE—SÁROSSY GYÖRGY: A dilatométeres vizsgálatok gazdaságossága 165
Hozzászólás Dr. Horváth János—Zipszer Konrád: Adalékok a rudabányai vasércek értékeléséhez című, a KOHÁSZAT 1970. 8. számában megjelent cikkhez 170
Egyesületi hírek 172
Beszámoló külföldi tanulmányútról 173
Beszámoló külföldi konferenciákról 174
Döntés az 1971. évi pályázatokról és az 1971. évi szakcikk-nívójutalmakról 174
Anyagvizsgálati hírek 175
A világ acéliparának képe 175
Szabványosítási hírek B3

FÉMKOHÁSZAT

SERFŐZŐ GUSZTÁV—VÁRHEGYI GYŐZŐ—TOMPA KÁLMÁN: Timföldhidrátok vizsgálata magmágneses rezonancia módszerrel 177
DR. LABODA SÁNDOR: Arany—ezüst—réz ötvözetek néhány jellemző tulajdonsága 181
LAKATOS TAMÁS: Tapasztalatok egy automatikus működésű, nagy hőmérsékletű dilatométerrel 187
Beszámoló belföldi konferenciáról 191
Fémkohászattani Tanszék hírei 191
Alumíniumipari hírek 191
BALOGH LAJOS 1929—1971 192
Műszaki-gazdasági hírek 192

ÖNTÖDE

BOROSSAY BÉLA—DR. FUCHS ERIK: A temperálhatóság szerinti minősítés megbízhatósága 73
Könyvismertetések 77

CSONTOS ISTVÁN—NYIZSNYÁNSZKY TIBOR: Korszerű öntöttvas hengeranyagok 78

Adatok a magyarországi öntészet történetéhez
TÓTH ANDRÁS: A gömbgrafitos szürkevas magyar vonatkozásai a XX. század elején 83
Tanulmányút az 1971. évi Birmingham-i öntészeti kiállításra 84
Múzeumi hónap az Öntödei Múzeumban 88
Szakosztályi hírek 93
Az Öntöde 1971. évi lapszámainak értékelése 94

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
72.4., 16657 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalban
Csekkszámlaszám: egyéni 61.254, közületi 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM
ГОД
JAHRGANG
YEAR
105

SZÁM
№
Nr.
No.
4

ÁPRILIS
АПРЕЛЬ
APRIL
APRIL
1972

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Й. Верё: **Стабильные нитриды в конструкционных сталях** ..... **С 145**

Статья подитоживает термохимические-термодинамические условия образования стабильных нитридов в нелегированных и низколегированных конструкционных сталях, в их жидком и твердом состоянии. Автор в уплотненной форме сообщает о более значительных результатах экспериментов и наконец обсуждает благоприятное влияние стабильных нитридов на структуру и механические свойства конструкционных сталей.

Д. Девени: **Современные способы холодной деформации** ..... **С 152**

Статья ознакамливает с техническим прогрессом тех отраслей промышленности, которые употребляют холодно деформированные продукты. Среди самых больших употребителей обсуждаются ожидаемые потребности транспортной, упаковочной, строительной промышленностей и металлургических предприятий. Статья указывает на ожидаемое техническое развитие технологий и установок холодной прокатки, протяжки, производства изогнутых профилей и холодной утечки и также на главные направления развития.

Д-р А. Хорват: **Металлургические стороны производства и материала сварных стальных труб, применяемых в строительстве газовых и нефтяных проводов** ..... **С 158**

Зависимости между С-эквивалентом и химическим составом стали. Мнения различных международных организаций о применении С-эквивалентного веса и об изменении расчетных формул. Стали хорошо свариваемые автоматическим способом, легированные и нелегированные с высоким пределом текучести. Производственные предписания X52 стали по API на Дунайском металлическом комбинате.

И. Цинеге—Д. Шароши: **Экономия дилатометрических исследований** ..... **С 165**

Практика дилатометрических исследований показывает, что нет необходимости в каждом случае иметь мощность самых современных, дорогостоящих западных дилатометров. На основе тщательного анализа ошибки, можно установить действительно необходимые параметры. В отечественных условиях можно создать дилатометры с электрической записью, удовлетворящим большинство требований.

Г. Шерфёзё—Д. Вархеди—К. Томпа: **Исследование глиноземных гидратов методом ядерного магнитного резонанса** ..... **С 177**

Был изучен спектр ядерного магнитного резонанса нескольких поликристаллов гидроокиси алюминия на протонах в интервале температур 173...273 °К. Изучение второго момента абсорбционного сигнала дает информацию о расположении атомов водорода в кристаллической решетке. Было установлено, что расположение протонов в кристаллической решетке гидроокисей алюминия произведенных в Айке, отличается от идеального кристаллического строения, определенного Кроном и Глемсером.

Д-р Ш. Лобода: **Несколько характерных свойств сплавов золото-серебро-медь** ..... **С 181**

Автором были изучены те свойства тройной системы золотосеребро-медь, которые влияют на обработку этой системы. На основе многочисленных экспериментов автор установил, что самую высокую твердость имеют те сплавы, в которых соотношение между содержанием серебра и меди 1 : 1. Автор отмечает, что механические свойства меняются пропорционально деформации.

Т. Лакатош: **Опыты автоматического, высокотемпературного дилатометра** ..... **С 187**

Измерение дилатации в случае данного образца кроме характерного физического свойства очень часто дает информацию и о химических, физических изменениях, происшедших в образце под влиянием температуры. Приведенные характерные примеры проведенных измерений на автоматической, нагреваемой до 1600 °С, комбинированной установке DTA, — и дилатометре — наглядно показывают широкую область применения установки, и также простую, удобную и производительную эксплуатацию ее.

INHALT

Dr. J. Verő: **Die beständigen Nitriden in die Baustählex** ..... S 145

Es werden die thermochemischen-thermodynamischen Umstände einer Bildung von beständingen Nitriden in geschmolzenen und festen Baustählen erörtert und dann die wichtigsten Versuchsergebnisse in gedrängter Form zusammengefasst. Zum Schluss werden die günstigen Auswffkungen des Abbindens von Stickstoff auf das Gefüge und die mechanischen Eigenschaften der Baustähle dargestellt.

Gy. Dévényi: **Zeitgemässe Kaltverformungsverfahren** ..... S 152

Technische Entwicklungstendenzen in den Industriezweigen, welche kaltverformte Staherzeugnisse verwenden. Die diesbezügliche Ansprüche der Fahrzeugindustrie, der Bauindustrie, der Verpackungsindustrie und der Hüttenwerke. Die Entwicklungsrichtungen der Technologie und der Apparatur im Kaltwalzwerk, in der Drahtzieherei, in der Erzeugung von Kaltprofilen und im Kaltfliessen von Stahl.

Dr. A. Horváth: **Metallurgische Beziehungen der Erzeugung des Grundwerkstoffes von geschweissen Stahlrohren für die Gas- und Ölfernleitungen** S 158

Zusammenhang zwischen Kohlenstoff-Gleichwert und Stahlzusammensetzung. Stellungnahme verschiedener internationalen Organe zur Anwendung des Kohlenstoff-Gleichwertes, bzw. zur Abänderung der Rechnungsformel. Kohlenstoff-Gleichwert und die angewendete Schweisstechnologie. Mit automatischen Verfahren gut schweissbare, unlegierte und legierte Baustähle mit hoher Streckgrenze. Die im Donau-Eisenwerk gültigen Erzeugungsvorschriften des Stahles X52 nach API.

I. Czinege—Gy. Sárossy: **Wirtschaftlichkeit der dilatometrischen Untersuchungen** ..... S 165

Die praktische Untersuchungen beanspruchen nicht immer die hohe Leistungsfähigkeit der allermodernsten und teuren Dilatometern. Durch sorfältige Fehleranalyse können die tatsächlich begründeten Parametern bestimmt werden. Die die meisten Ansprüche befriedigenden, elektrisch registrierenden Dilatometern können auch im Land hergestellt werden.

G. Serfőző—Gy. Várhegyi—K. Tompa: **Die Untersuchung von Tonerdehydraten mittels der magnetischen Resonanzmethode** ..... S 177

Es wurden die MMR-Spektren einiger Aluminiumhydroxyd-Mehrkristalle an Protonkarnen im Gebiet 173—273 °K untersucht. Die Prüfung des zweiten Monemtes des Absorptionssignals bietet Aufschluss über die Lage der Wasserstoffatome im Kristallgitter. Es wurde festgestellt, dass in der Kristallstruktur der Aluminiumhydroxyde von Ajka die Anordnung der Protenen von der durch Kroon und Glemser angegebenen idealen Kristallstruktur verschieden ist.

Dr. S. Laboda: **Einige charakteristische Eigenschaften der Gold-Silber-Kupfer-Legierungen** ..... S 181

Der Verfasser hat die Eigenschaften des Dreistoffsystems Gold-Silber-Kupfer untersucht, welche die Verarbeitung beeinflussen. Auf Grund der an zahlreichen Legierungen durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, dass die höchste Härte bei jenen Legierungen auftritt, die Silber und Kupfer im Verhältnis 1 : 1 enthalten. Bei den Messungen ergab es sich, dass die Aenderung der mechanischen Eigenschaften der Formung parallelläuft.

T. Lakatos: **Erfahrungen mit einem automatisch arbeitenden Hochtemperatur-Dilatometer** .... S 187

Bei einem gegebenen Stoffmuster liefert die Messung der Wärmedehnung nicht nur über die charakteristische physikalische Eigenschaft, sondern oft auch über physikalische und chemische Aenderungen Aufschluss, die sich im Stoff unter Wärmeeinwirkung abspielen. Die angeführten charakteristischen Beispiele von Messungen mit dem bis 1600 °C aufheizbaren, automatisch arbeitenden, kombinierten DTA- und Dilatometergerät beweisen dessen weites Anwendungsgebiet sowie seinen einfachen, bequemen und leistungsfähigen Betrieb.

CONTENTS

Dr. J. Verő: **The stable nitrides in the structural steels** ..... **P 145**

The thermochemical-thermodynamic relations ruling the formation of stable nitrides in liquid and solid structural steels are dealt with and the relative main experimental results resumed. Finally the useful effects of stable nitrides upon the structure and mechanical properties of structural steel are surveyed.

Gy. Dévényi: **Modern cold forming processes** .... **P 152**

The paper presents the main efforts at technical development in the industry utilizing cold formed products. The probable requirements of the main consumers — producers of road vehicles, the pacging and building industries, metallurgical plants — are discussed. The probable technical development or at least its main trends is shown in cold rolling, wire drawing, cold extruding and profile bending machines and processes.

Dr. A. Horváth: **Metallurgical aspects of the material and production of welded steel pipe for the construction of gas and oil pipelines** ..... **P 158**

Connections between the carbon equivalent and the chemical composition of steel. The attitude of various international bodies to the usefulness of the carbon equivalent and to changing the calculating formulae. The carbon equivalent and the employed welding process. Unalloyed and alloy steel grades with a high yield point and good weldability by automatic processes. Production specifications for the steel X52 API in the Duna Ironworks.

I. Czinege—Gy. Sárossy: **The economic aspects of dilatometric testing** ..... **P 165**

The requirements of practical testing do not always demand the performance of the most modern and costly Western dilatometers. The really justified parameters may be singled out by a careful error analysis. Electric recording dilatometers satisfying most demands can be produced in domestic conditions.

G. Serfőző—Gy. Várhegyi—K. Tompa: **Investigation of Alumina Hydrates With Magnetic Resonance Spectra Method** ..... **P 177**

The broad line proton magnetic resonance spectra of polycrystalline samples of some aluminium hydroxides have been investigated in the temperature range 173°—273 °K.

From the second moment of the absorption line information may be obtained about the positions of the protons in the crystal lattice. The crystal structure of aluminium hydroxides of Ajka differs from the ideal structure (determined by Kroon and Glemser) in the position of the protons.

Dr. S. Laboda: **Some chacrateristic properties of gold-silver-copper alloys** ..... **P 181**

The author has investigated the properties of the ternary system gold-silver-copper which influence ist processing. From tests on a great number of alloys it has been found that hardness is highest in those alloys which contain equal amounts of silver and copper. The mechanical properties vary in proportion with the degree of forming.

T. Lakatos: **Experiences With an Automatic High Temperature Dilatometer** ..... **P 187**

The measurement of thermal dilatation supplies information not only on this characteristic physical property of a given material sample but also often on some physical and chemical processes occurring in it under the influence of heating. Some characteristic examples of tests carried out on this automatic, combined DTA and dilatometer with a temperature limit of 160 °C illustrate its broad domain of application and its simple, handy and highly productive operation.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ,
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. CSEPIGA ZOLTÁN, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KEMÉNY KORNÉL, MARCZIS LÁSZLÓ, NAGY ZOLTÁN, PINTÉR ANDRÁS, RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN, DR. PILISSY LAJOS, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VÁRHELYI REZSŐ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 4. szám 1972. április

Stabilis nitridek a szerkezeti acélfajtákban

Dr. VERŐ JÓZSEF akadémikus,
a Vasipari Kutató Intézet igazgatója

DK: 669.14.018.29 : 542.2 : 541.11.001.5

A tanulmány összefoglalja a stabilis nitridek képződésének termokémiai-termodinamikai körülményeit ötvözetlen és gyengén ötvözött szerkezeti acélfajtákban, azoknak olvadt és szilárd állapotában. Ezután sűrített formában a jelentősebb kísérleti eredményeket ismerteti, végül pedig a stabilis nitrideknek a szerkezeti acélfajták szövetére és mechanikai tulajdonságaira gyakorolt kedvező hatását tárgyalja.

Jelölések

M nitridképző elemek általános jele
$\langle M \rangle$ szilárd állapotú reagáló anyag vagy reakciótermék
$[M]$ oldott állapotú reagáló anyag vagy reakciótermék, tömegszázalékban kifejezve
a_M az M reagáló anyag vagy reakciótermék aktivitása
f_M az M reagáló anyag vagy reakciótermék aktivitási tényezője, $a_M = f_M[M]$
N_2 gáz alakú nitrogén
p_{N_2} a nitrogén parciális nyomása, atm-ban
T termodinamikai hőmérséklet K-ben
$R = 8{,}314$ J/mol, K, egyetemes gázállandó
K_x az x sorszámot viselő egyenlet szerinti reakció egyensúlyi állandója
$\Delta G^\circ_x = -RT \ln K_x$, ugyanannak a reakciónak termodinamikai normál entalpiája
Megjegyzés: A tanulmányban az *SI* mértékegységeit és jelöléseit használtam.

Bevezetés

A vasötvözetek olvadt állapotukban a gázatmoszférából mindig vesznek fel nitrogént is. Az ötvözetlen vagy gyengén ötvözött szerkezeti acélfajták nitrogéntartalma néhány ezred, ritkábban egy-két század százalék. Olvadt acélban a nitrogén általában oldott állapotú, szilárd állapotban pedig az austenit is, meg a ferrit is interszticiósan olvadva vagy a nem állandó Fe_4N vegyület alkotta precipitátumként tartalmazza.

A kis mennyiségű nitrogén az acél mechanikai tulajdonságaira és ezek révén annak használhatóságára nagyon kellemetlen módon hat, főképpen azzal, hogy az acélnak a szívós állapotból a ridegbe való átmenetének hőmérsékletét emeli. Ez a hatása különösen erős némi hidegalakítás és azt követő, legfeljebb 250 °C-on való melegítés, öregítés után. A nitrogénnek ez a hatása egyaránt érvényesül, akár oldott, akár vasnitrid precipitátumként van jelen az acélban.

Ha a nitrogéntartalmú acélt olyan elemmel, például alumíniummal, nióbiummal, szilíciummal, titánnal, vanádiummal ötvözzük, amelynek állandó és az austenitben, meg a ferritben kevéssé oldódó nitridje van, jelentős kedvező változást érhetünk el. Elsősorban többé-kevésbé mentesítjük az acélt a nitrogénnek az átmeneti hőmérsékletet emelő hatásától és az öregedésre való hajlamosságától. Az oldatlan nitridkristálykák továbbá gátolják az austenit szemcséinek durvulását, ezzel a lehűlt acél ferritjét és egész szövetét is finomabbá teszik. A szövet finomodása viszont növeli az acél folyási határát és szívósságát is, az acél tehát teherbíróbb és rideg töréssel szemben ellenállóbb. Ezt a hatást a finom eloszlású nitrid precipitátum is fokozza.

Ezeket a kedvező következményeket a szokásos nitrogéntartalom megkötéséhez szükséges, néhány század vagy legfeljebb egy-két tized százalék ötvözőfémmel, nem nagy költséggel érhetjük el. Érthető tehát, hogy a magában véve kellemetlen nitrogéntartalomnak hasznossá tétele főleg az utóbbi két évtizedben a kutatók egész sorát foglalkoztatta. Munkájuk eredményeképpen ma már eléggé tisztázottnak tekinthetők az állandó nitridek képződésének körülményei, de értékes gyakorlati eredményei is születtek a nitrogéntartalom hasznosításában; olyan acélfajták is vannak már, amelyeket nitrogéntartalmú mangánnal vagy krómmal nitrogéntöbblettel is ötvöznek.

Nitrogén az olvadt vasötvözetekben

Az olvadt színvas a nitrogént atomosan, a *Sieverts*-törvény kívánta mennyiségben oldja. Az oldódásnak feltétele tehát, hogy végbemenjen a

$$0{,}5\ N_2 = [N] \qquad (1)$$

disszociációs folyamat, amelynek egyensúlyát az [1] forrás nyomán a

$$\lg K_1 = \lg \frac{f_N[N]}{\sqrt{p_{N_2}}} = -\frac{188}{T} - 1{,}246$$

kifejezés jellemzi, a termodinamikai normálpotenciálját pedig a

$$\Delta G_1^\circ = -RT \ln K_1 = 3600 + 23{,}8T\ J/\text{mol}$$

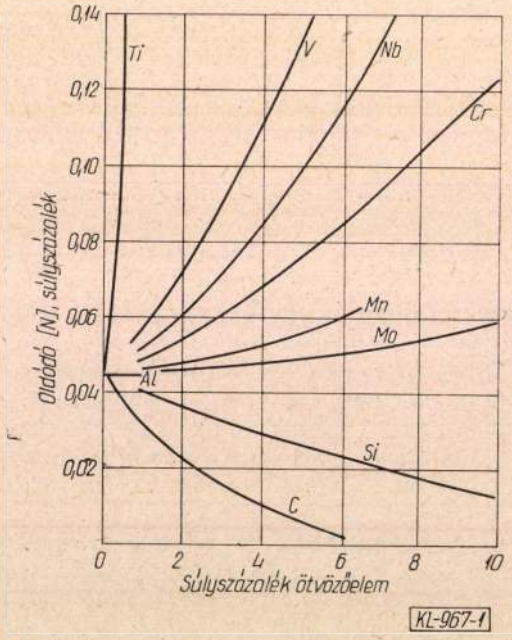
kifejezés adja meg. A ΔG_1°-et mintegy $\pm$ *400 J/mol* bizonytalanság terheli.

Ötvözőelemek az oldódó nitrogén mennyiségét és evvel az (1) folyamat egyensúlyi állandóját, valamint szabad energiáját is megváltoztatják. A szerkezeti acélfajták figyelembe veendő ötvözőelemeinek erről a hatásáról [2] nyomán az *1. ábra* ad áttekintést. Olvadt vasötvözetekben az oldott nitrogén aktivitási tényezőjét a

$$f_N = \frac{\text{színvasban oldott } [N]}{\text{vasötvözetben oldott } [N]}$$

hányados fejezi ki. A karbon, a szilícium tehát növelik a vasolvadékban oldott nitrogén aktivitását, a többi fémek, köztük főként a nitridképzők pedig csökkentik azt.

A vas olvadt ötvözetei a nitrogént szintén a nyomásának négyzetgyökével arányos mennyiségben oldják. A nitrogén nyomásának és az olvadék nitrogéntartalmának evvel együttjáró növekedése azonban lehetőséget is teremthet valami állandó és 2300—3300 *K*-en olvadó nitrid kristályainak megjelenésére is. Ez a lehetőség természetesen a vas-



1. ábra. A nitrogén oldékonysága ötvözött vasolvadékokban, 1600 °C-on és 1 at nitrogén nyomás alatt [2, 5]

olvadékban oldott [*M*] ötvözőelem nitridjének állandóságát jellemző standard szabad energiájának függvénye. A figyelembe veendő nitridek ilyen adatait a termodinamikai táblázatokban a

$$\langle M \rangle + 0{,}5\ N_2 = \langle MN \rangle \qquad (2)$$

folyamatra érvényes alakban találjuk meg. Az *1. táblázat*ban a fontosabb nitrideknek 300 és 1000 *K*-re vonatkoztatott ΔG° adatait közlöm a [6] forrás nyomán; a két adatból kiszámíthatjuk a

$$\Delta G_T^\circ = A + BT$$

szokásos kifejezésmódban szereplő *A* és *B* állandót is.

1. táblázat

A fontosabb nitrideknek a

$\langle M \rangle + 0{,}5 N_2 = \langle MNX \rangle$

reakció szerinti képződéséhez tartozó szabad entalpia 300 és 1000 K-en, kJ-ban, egy mol nitridre vonatkoztatva

A reakció terméke	ΔG° szabad entalpia, *kJ*		Bizonytalanság $\pm$*kJ*
	300 K-en	1000 K-en	
⟨AlN⟩	− 294	− 230	65
⟨CrN⟩	− 96,5	− 40,5	8
⟨Fe_4N⟩	+ 4,2	+ 41	14
⟨NbN⟩	− 206	− 139	12
⟨Si_3N_4⟩	− 620	− 410	25
⟨TaN⟩	− 215	− 166	12
⟨TiN⟩	− 307	− 248	5
⟨VN⟩	− 124	− 91	10
⟨ZrN⟩	− 337	− 270	20

A (2) folyamat egyensúlyi állandója, ha azt szokás szerint disszociációs folyamatként kezeljük

$$K_2 = \frac{a_M \sqrt{p_{N_2}}}{a_{MN}} = \sqrt{p_{N_2}}$$

minthogy a szilárd állapotú *M* fém és *MN* nitrid aktivitása *1*. Ennek megfelelően

$$\Delta G_2 = -RT \ln \sqrt{p_{N_2}}$$

Olvadt vasötvözetben azonban a nitrid képződése nem a (2) folyamat szerint megy végbe, hanem a

$$[M] + 0{,}5\ N_2 = \langle MN \rangle \qquad (3)$$

vagy a

$$[M] + [N] = \langle MN \rangle \qquad (4)$$

alakban felírható folyamat szerint. Egyensúlyukat a

$$K_3 = a_M \cdot \sqrt{p_{N_2}} = f_M[M]\sqrt{p_{N_2}}$$

$$K_4 = a_M \cdot a_N = f_M[M] f_N[N]$$

termodinamikai normálpotenciáljukat pedig (2) folyamatra vonatkozóan bemutatott számítással kapjuk meg.

K_2 és K_3, valamint K_2 és K_4 között úgy teremthetünk kapcsolatot, hogy a következő részfolyamatokat is számításba vesszük:

$$0{,}5\ N_2 = [N] \qquad (5)$$

$$\langle M \rangle = [M] \qquad (6)$$

Ezek egyensúlyi állandója

$$K_5=\frac{f_N[N]}{\sqrt{p_{N_2}}}$$

$$K_6=f_M[M]$$

Az egyensúlyi tényezőknek a számításhoz szükséges összefüggései:

$$K_3=K_2\cdot K_6$$
$$K_4=K_2\cdot K_5\cdot K_6=K_3\cdot K_5$$

a termodinamikai normálpotenciálok között pedig

$$\Delta G^\circ_3=\Delta G^\circ_2+\Delta G^\circ_6$$
$$\Delta G^\circ_4=\Delta G^\circ_2+\Delta G^\circ_5+\Delta G^\circ_6=\Delta G^\circ_3+\Delta G^\circ_5$$

Elvben tehát megvan annak a lehetősége, hogy a táblázatban található ΔG°_2 értékekből kiindulva, akár a (3), akár pedig a (4) folyamat termodinamikai normál entalpiáját és evvel azok egyensúlyi állandóját kiszámítsuk, ha ismerjük még az M elem és a nitrogén oldódásával járó energiaváltozást. Az ilyen számítás eredménye azonban mindenképpen bizonytalan. Már ΔG°_2-nek különböző értéke van forgalomban; a [6], [23] és [24] forrásokban közölt adatok alapján az 1. táblázat utolsó rovatában feltüntetett bizonytalanságra következtethetünk. Nem sokkal biztosabban ismertek az ötvözőelemek oldáshői sem. A számításkor a részfolyamatok normálpotenciáljának hibái, bizonytalanságai összegeződhetnek, ezért a számítás hibájának nagysága is bizonytalan.

Helyénvalónak látszik tehát, hogy a kristályos nitridek képződésének körülményeit kísérletileg is megvizsgáljuk. Ilyen vizsgálatokat különböző módon [3] és [5] végeztek, főleg alumíniumot, titánt és vanádiumot tartalmazó vasolvadékokon. A *2. ábra* felső részében a (3), annak alsó részében pedig a (4) típusú reakció szerint értelmezett eredményeiket tüntettem fel. Az alumíniummal, vanádiummal ötvözött acéllal végzett kísérletek eredménye az volt, hogy azok olvadékában nitridkristályok képződésére nem kell számítanunk, mert ezekből az ötvözőelemekből a szokásosnál nagyobb mennyiségre lenne szükség a nitrid képződéséhez. Ugyanez vonatkozik a bórral és nióbiummal ötvözött acélra is [4]. A titán szerepét illetően a két vizsgálat eléggé különböző eredményhez vezetett. A [3] és [4] adatai szerint már 0,1%-nál, [5] szerint pedig 0,2%-nál több titán jelenlétében kezdődhetik meg a nitridkristályok képződése. Az utóbbi szerzők a kristályokat nem stöchiometriai összetételűnek, hanem $Ti_{1,7}N$ képletűnek találták. A (3), (4) és (5) alakban felírt egyenletű reakciók egyensúlyi állandóját 1873 K-en a következőképpen adják meg:

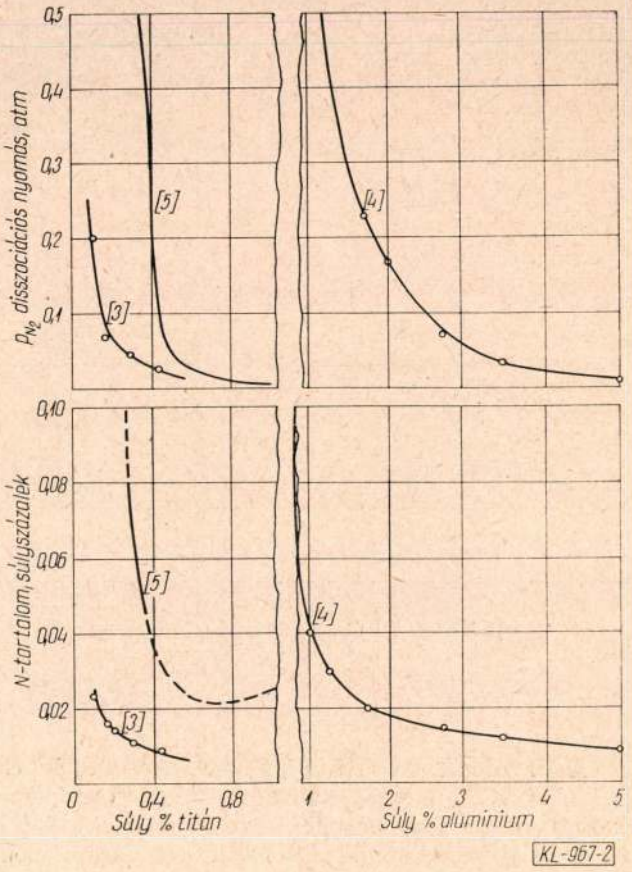
$$K_3=f_{Ti}^{1,7}[Ti]^{1,7}\sqrt{p_{N_2}}=0{,}048$$

$$K_4=f_{Ti}^{1,7}[Ti]^{1,7}\cdot f_N[N]=0{,}0020$$

$$K_5=\frac{f_N[N]}{\sqrt{p_{N_2}}}=0{,}042$$

A 2. ábra görbéi ezekből az értékekből következnek, ha még figyelembe vesszük, hogy

$$\lg f_{Ti}=-3{,}2\,[N] \text{ és } \lg f_N=-0{,}93\,[Ti]$$



2. ábra. Nitridkristályok megjelenésének feltételei titánt és alumíniumot tartalmazó vasolvadékokban 1600 °C-on, [3], [4] és [5] nyomán

Kristályos nitrid képződése az olvadékban nem kívánatos. A nitrogén egy része evvel is megkötődik ugyan és ártalmatlanná lesz. Az olvadékban képződő nitridkristályok azonban nagyok, zavarják a forgácsolást és rontják a forgácsolt felületet. A nagy nitridkristályokat hőkezeléssel nem is sikerül oldatba vinni, ezért az acél szövetét finomító és mechanikai tulajdonságait javító hatásuk sem érvényesíthető. A nitridképző ötvözőelemnek az a része, amely az olvadékban képződött kristályokban foglaltatik, lényegében kárba veszik, illetve csupán kellemetlen következményt okoz.

Stabilis nitridek a szilárd állapotú acélban

Szilárd állapotú acélban a nitrogén és a nitridképző elemek részben oldottan, részben meg oldatlan, precipitált nitridkristálykák alakjában vannak jelen. A vas mindkét módosulata az M nitridképző elemet is, meg a nitrogént is atomosan oldja, ezért az oldódás folyamatát lényegében az

$$\langle MN\rangle=[M]+[N] \qquad (7)$$

disszociációs folyamat szabályozza. Ez a körülmény ismét a nitridek állandóságát kifejező standard szabad entalpiát juttatja szerephez. A (7) folyamat egyensúlyi állandója ugyanis

$$K_7=\frac{a_M\cdot a_N}{a_{MN}}\cong[M][N]$$

2. táblázat

A fontosabb nitridek oldékonysági szorzatának

$$\lg [M]\,[N] = \frac{C_1}{T} + C_2$$

egyenletében szereplő állandók értékei

A szorzat	C_1	C_2	Hivatkozás	Év
lg [Al][N]	—6 770	1,033	[9]	1951
	—7 400	1,95	[10]	1954
	—7 750	1,80	[11]	1961
	—7 500	1,48	[12]	1967
	—3 750	—1,55	[13]	1971
lg [V][N]	—7 070	2,27	[14]	1960
	—6 430	2,00	[11]	1961
Stabilis	—7 830	2,45	[11]	1961
Metastabilis	—6 700	1,65	[11]	1961
	—8 330	3,40 + 0,12 [Mn]	[15]	1967
lg [Ti][N]	—6 746	1,28	[16]	1961
	oldhatatlan		[15]	1967
lg [Nb] $[C + \frac{12}{14} N]$	—6 770	2,24	[15]	1967
lg [Nb][N]	—10 230	4,04	[17], [18]	1967
	—12 230	4,96	[19]	1971

A $\langle MN \rangle$ nitrid aktivitása ugyanis egység, $[M]$ és $[N]$ aktivitási tényezője pedig, csekély koncentrációkról lévén szó, egytől alig különbözik. A (7) folyamat termodinamikai normálpotenciálja ennek megfelelően

$$\Delta G_7^\circ = -RT \ln K_7 = -19{,}12T \lg [M][N]$$

Ez azt jelenti, hogy az $[M]\,[N]$ oldékonysági szorzat annál kisebb, a kérdéses nitrid tehát annál kevésbé oldódik a vasban, minél nagyobb pozitív értéke van ΔG_7°-nek, vagyis minél állandóbb nitridről van szó.

A (7) folyamatra vonatkozó termodinamikai adatokat a

$$\langle M \rangle + 0{,}5\, N_2 = \langle MN \rangle \qquad (2)$$

reakcióra vonatkozókkal megint úgy hozhatjuk kapcsolatba, hogy figyelembe vesszük a

$$\langle M \rangle = [M] \qquad (8)$$

$$0{,}5\, N_2 = [N] \qquad (5)$$

részfolyamatok szabad energiáját is, az előző fejezetben már bemutatott módon. Főleg a (8) folyamat szabad energiájára vonatkozó adat azonban alig található az irodalomban.

A nitridek oldékonysága a hőmérséklettel *van t'Hoff* törvénye szerint, a

$$\lg [M][N] = \frac{C_1}{T} + C_2 \qquad (9)$$

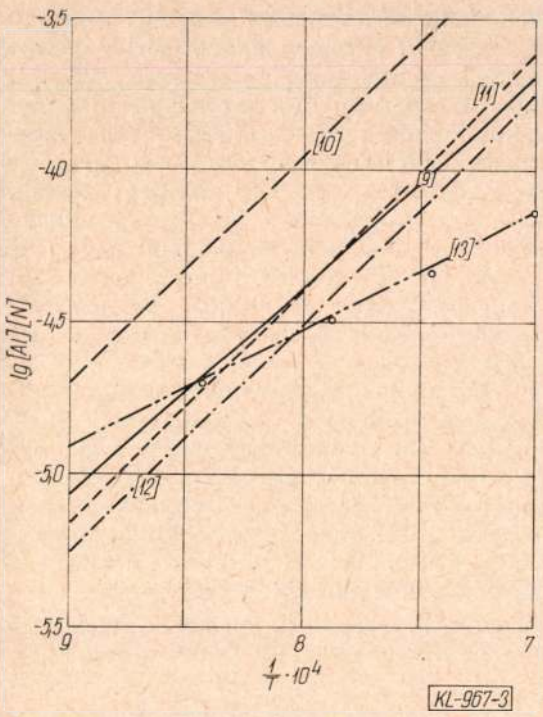
kifejezésnek megfelelően változik.

A termodinamikai adatok bizonytalansága és részben azok hiánya miatt is a stabilis nitridek oldékonyságát, a (9) összefüggés C_1 és C_2 állandóját kísérleti úton szokás meghatározni. A kísérleti módszernek is van azonban több kritikus részlete, amelyek az eredményt némileg bizonytalanná teszik. Az egyik ilyen kritikus részlet az ötvözet egyensúlyának beállítása; a nitridek oldódásának és precipitálódásának kinetikája kevéssé ismert, ezért nem is állapítható meg előre, hogy valami adott hőmérsékleten mennyi idő alatt jön létre az egyensúly. A vizsgálat egy másik kényes részlete az acélpróba olyan oldása, hogy az oldatlan és precipitált nitrid egész mennyisége oldatlanul visszamaradjon. Bár a legtöbb nitrid eléggé ellenáll a használatos oldószerek hatásának [7], újabb vizsgálatokból nyilvánvaló, hogy a mintegy *10 nm*-nél kisebb méretű, nagyon finom precipitált nitridrészecskék még a legenyhébb hatású oldószerben is oldódhatnak [8].

Nem lehet meglepő, hogy a fontosabb nitrid oldékonyságát kutató szerzők nem egészen egyforma eredményhez jutottak, amint az az ismetebb források adatait összefoglaló *2. táblázat*ból kitűnik. Az egyes meghatározások eredménye közt azonban a különbség nem olyan nagy, amilyennek a számok alapján az első pillanatban tűnik. Ha például az *AlN* oldékonyságára vonatkozó valamennyi adatot együttesen ábrázoljuk a *3. ábrában*, azt találjuk, hogy valamennyi vonal egy aránylag keskeny sávban halad, amelynek egyenletét

$$\lg [Al][N] = -\frac{7300}{T} + 1{,}50 \pm 0{,}3$$

alakban foglalhatjuk össze. A szórás nagyságát kifejező $\pm 0{,}3$ nagyságú harmadik tag arra utal, hogy az oldékonysági szorzat $\pm 50\%$-kal nagyobb vagy kisebb, mint az összes meghatározások középértéke; ilyen nagyságú szórás azonban ugyanannak a szerzőnek, ugyanazon az acélon ugyanúgy meghatározott eredményei között is előfordul [12, 15]. A [13] forrásnak a kísérleti eredményeit, amelyeket az ábrában pontokkal is megjelöltem, az átlagot kifejező egyenletben nem vettem figyelembe, mert 2,9% Si-tartalmú acélra vonatkoznak.



3. ábra. Az AlN oldékonysági szorzatának és a hőmérsékletnek összefüggése a [9—13] források nyomán

A TiN-et [15] lényegében oldhatatlannak találta az austenitben, bár korábban [16] már gondos és semmiképpen nem kifogásolható kísérletekkel az oldékonyságának mértékét megállapította. Azt is figyelembe vehetjük, hogy titánnal ötvözött acél mechanikai tulajdonságaiban a nitrid oldódásával és precipitálódásával magyarázható változásokat hozhatunk létre hőkezelő műveletekkel [20].

A nióbiummal ötvözött acélban nem NbN, hanem különböző arányban karbont is tartalmazó *karbonitrid* precipitál [15]. A nitrid termokémiai adatait a korábbi kísérleti eredmények felhasználásával [19] szerzője számította ki.

Az 1. táblázat szerint a Si_3N_4 nagyon stabilis vegyület; ha azonban a képződésének szabad entalpiáját a többi nitridhez hasonlóan 1 g-atom nitrogénre vonatkoztatjuk és figyelembe vesszük, hogy a szilíciumnak rendkívül nagy az oldáshője és hogy a nitrogén aktivitását megnöveli, arra a következtetésre jutunk, hogy a szokásos összetételű szerkezeti acélfajtákban 500 °C-nál nagyobb hőmérsékleten Si_3N_4 nem precipitálhat [21].

Valószínűen azért, mert $A_3 - A_1$-nél kisebb hőmérsékleten a nitridek oldódási-precipitálódási folyamatának egyensúlyát nehéz beállítani, csak kevés adat ismeretes a nitrideknek ferritben való oldékonyságát illetően; a 2. táblázat adatai lényegében az austenites állapotra vonatkoznak. A Fe-N és a Fe-M kétalkotós ötvözetrendszerek diagramjában leolvasható adatok felhasználásával a következő közelítő számítást végezhetjük el. A nitrogén austenitképző elem, a ferritben kevésbé oldódik, mint az austenitben. 600 °C körüli hőmérsékleten

$$\frac{[N]_\alpha}{[N]_\gamma} = \frac{0{,}1}{2{,}35} \sim 0{,}05$$

A vasnak a használatos nitridképző elemekkel alkotott ötvözetrendszereinek diagramjában a γ mező zárt; a Fe-V-rendszerben az egymással egyensúlyban levő ferrit és austenit vanádiumtartalmának hányadosa megközelítően 1, a Fe-Nb-rendszerben pedig 1,8. Az oldékonysági szorzatok hányadosa ennek következtében

$$1 \cdot 0{,}05 \leqq \frac{[M]_\alpha [N]_\alpha}{[M]_\gamma [N]_\gamma} \leq 1{,}8 \cdot 0{,}05$$

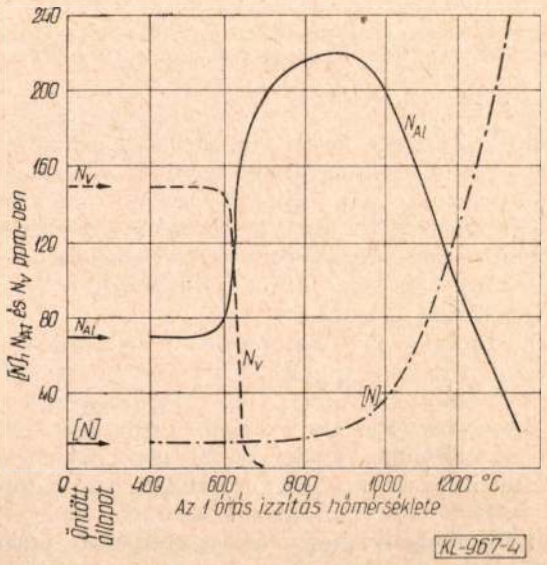
ami azt jelenti, hogy a nitridekből mintegy tízszer-hússzor kevesebb oldódik a ferritben, mint az austenitben. Ha még azt is számításba vesszük, hogy a hőmérséklet megváltoztatja a nitrogén és a nitridképző elemek oldékonyságát, tehát az oldékonysági szorzatokat és azok hányadosát is, a kapott eredménynek [14] kísérleti adataival való egyezését kielégítőnek minősíthetjük.

Ha az acél egynél több nitridképző elemet is tartalmaz, például vanádium vagy nióbiumon kívül alumíniumot is, akkor az austenites állapotból való nem túlságosan lassú hűlés közben a gyorsabban precipitálódó nitrid képződik; ha aztán az acélt olyan hőmérsékletre hevítjük, amelyen diffúziós folyamatok végbemehetnek, a legstabilisabb nitrid váltja fel az először képződöttet. Ilyen vizsgálat eredményét mutatja be a *4. ábra.*

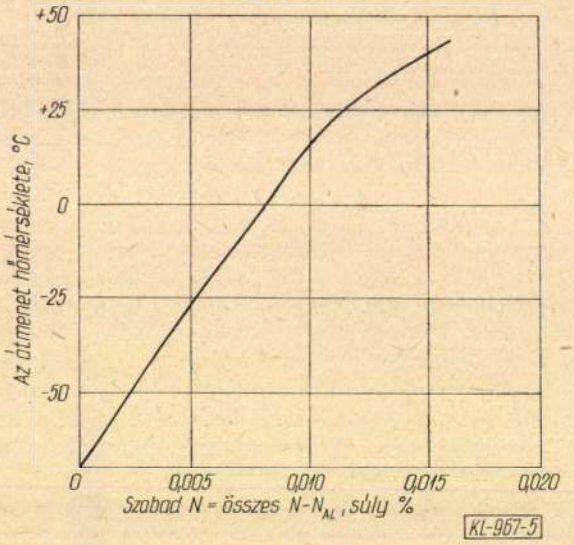
A nitridek kiválásának következményei

Ha az acél nitrogéntartalmát sikerül stabilis vegyületként megkötni és az oldott állapotból kiválasztani, precipitálni, a nitridkristályokban levő nitrogén helyhez van kötve és így nem érvényesítheti az acélt ridegítő, az átmeneti hőmérsékletet emelő hatását. A nitridkristályok képződése tehát úgy hat, mintha az acél nitrogéntartamát csökkentettük volna. Ezt érzékelteti az alumíniummal ötvözött lágy acélra vonatkozó *5. ábra.*

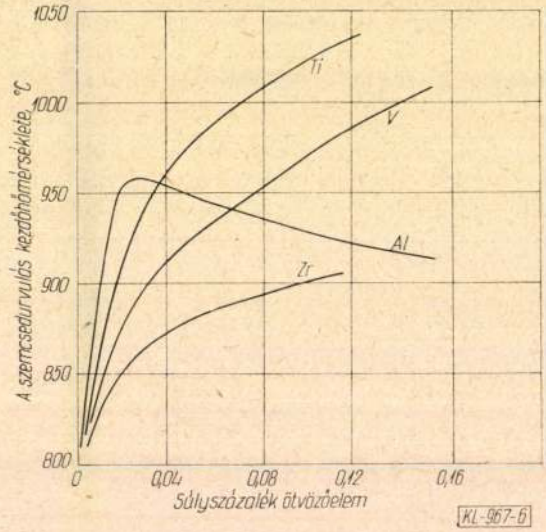
Az oldatlan stabilis nitridek jelenlétének másik jelentős következménye, hogy az acél austenites állapotában akadályozzák a szemcséinek növeke-



4. ábra. Az oldott és a nitridként megkötött nitrogén mennyisége alumíniummal és vanádiummal ötvözött, 0,2% karbont és 1,5% mangánt tartalmazó hegeszthető acélban, annak öntött és izzított állapotában [11]



5. ábra. Ötvözetlen lágy acél átmeneti hőmérséklete az AlN-ként meg nem kötött nitrogéntartalom függvényében [15]



6. ábra. Az austenitkristályok durvulásának kezdőhőmérséklete nitridképző elemekkel ötvözött acélban [22]

dését, durvulását. Finomabb szemcséjű austenitből lehűléskor, egyébként egyforma körülmények között apróbb szemnagyságú ferrit és általában is finomabb szövet képződik. Ötvözetlen acél austenitjében közvetlenül az A_3-átalakulás hőmérséklete felett mm²-kint mintegy 250, nitridképzővel ötvözött acél austenitjében pedig 8-szor—10-szer ennyi szemcsét találunk.

Ez a finomszemű állapot azonban valami, a nitrid természetével összefüggő hőmérsékletig marad meg; mintegy 950 °C-on vagy még nagyobb hőmérsékleten az austenit szemcséi hirtelen erősen durvulni kezdenek. A nitridképző elem természete és mennyisége szerint a durvulás elég tág határok közt változó hőmérsékleten kezdődik meg *(6. ábra)*. Feltűnhetik, hogy a legstabilisabb nitridet képező elem, a cirkon, kevéssé védi az austenitet a durvulástól.

Az oldatlan nitridkristályok minden idegen fázishoz hasonlóan akadályozzák a kristályok határfelületeinek elmozdulását, mintegy a helyükre szegezik azokat. Bármely kristályhatár elmozdulása tehát a szemnagyság növekedése, csak akkor kezdődhetik meg, amikor a határfelületről a nitridrészecskék eltűntek. Ha azonban összehasonlítjuk a durvulás kezdőhőmérsékletének a 6. ábrában feltüntetett adatait a megfelelő nitridek teljes oldódásának a 2. táblázatban közölt adatokkal kiszámítható hőmérsékletével, kitűnik, hogy a durvulás számottevően kisebb hőmérsékleten kezdődik, mint amelyiken az oldódás befejeződik. A 0,02% alumíniumot és 0,006% nitrogént tartalmazó acél austenitjében az AlN 1000—1150 °C-on oldódik, a durvulás azonban már 960 °C-on kezdődik. Nyilvánvaló, hogy a nitrid oldódásán kívül az austenitben valami más folyamat is végbemegy, olyan folyamat, amely szintén közreműködik az austenit kristályhatárainak a nitridrészecskéktől való megszabadításában. Ez a másik folyamat [12] vizsgálatai értelmében az oldatlan nitridkristálykák durvulása, koagulálása, diffúzió útján.

A precipitált részecskék mérete tudvalevően a képződésük hőmérsékletétől és az időtől függ az

$$r = k_0 \cdot \sqrt[3]{t} \cdot \exp -\frac{Q}{RT}$$

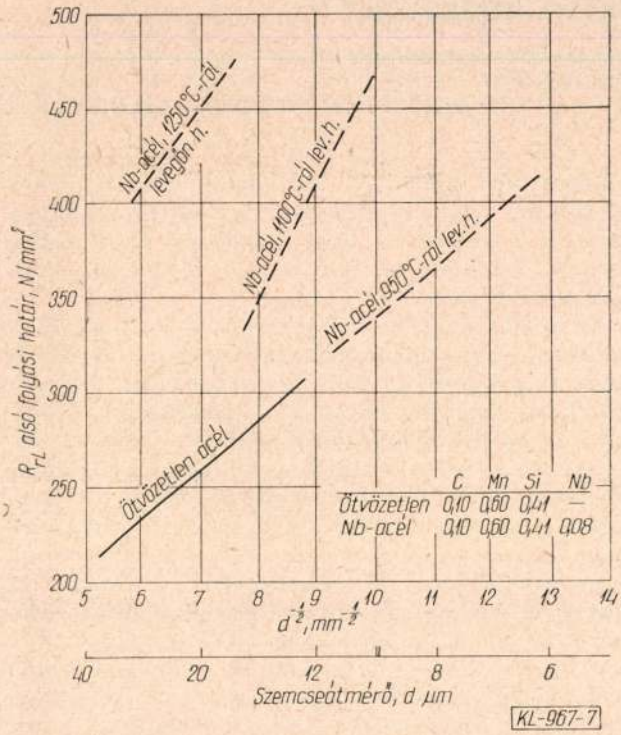
összefüggés szerint, amelyben r a precipitátum-részecskék sugara, t az idő, Q pedig aktiválási energia; k_0 az egységektől is függő állandó. Megfelelően hőkezelt acélpróbák és a belőlük izolált nitrid precipitátum elektromikroszkópos vizsgálatával a [12] szerzői azt állapították meg, hogy az AlN és a Nb(C, N) precipitátum-részecskék r mérete μm-ban mérve

$$\lg r = -\frac{5167}{T} + 2{,}6 + \frac{1}{3} \lg t$$

alakban fejezhető ki; a t időt órákban kell számítani. A precipitátum mennyiségét az oldékonysági szorzat és a hőmérséklet összefüggése alapján szintén kiszámíthatjuk, a részecskék méretét és térfogatát figyelembe véve, azoknak egy cm³ acélra vonatkoztatott számát és átlagos távolságát is kiszámíthatjuk. Ilyen számítás eredményeképpen azt kapjuk, hogy a szokásos mennyiségű nitrogént és alumíniumot tartalmazó acél egy cm³-ében 10^{11}—10^{12} AlN-részecske van, ha 1250 °C-on végzett izzítás után a precipitáció 800 °C-on megy végbe, de öt-hat nagyságrenddel kevesebb, ha a precipitáció 980 °C-on ment végbe. Az utóbbi módon kezelt acélban a kristályhatárok jelentős részére nem jut precipitátum részecske, azok mozgása és a szövet durvulása tehát kevesebb akadályba ütközik.

A finoman elosztott precipitátum a lehűlt acél ferrit-perlites szövetét is finomabbá teszi. A precipitátum-részecskék száma és egymástól mért távolsága, de azok mennyisége is lényeges körülmény ebből a szempontból. Az 0,01% precipitált AlN-et tartalmazó acél ferritjének szemnagysága 60 μm, az ugyanúgy kezelt és ugyanolyan összetételű, de 0,1% AlN-tartalmú acélé pedig 6,7 μm [15].

A finomabb szemnagyságú ferrites acél mélyebb hőmérsékleten megy át a szívósból a rideg álla-



7. ábra. Ötvözetlen és nióbiummal ötvözött acél alsó folyási határának összefüggése a ferrit szemnagyságával, különböző hőmérsékletről levegőn hűtött állapotban [15]

potba, és nagyobb feszültség indítja meg benne a maradó alakváltozást. Az utóbbi következményt a kristályhatároknak a diszlokációk mozgását akadályozó hatásával szokás magyarázni, annak mértékét pedig az általános alakban az

$$R_r = R_{r0} + k_1 \cdot d^{-\frac{1}{2}}$$

Petch-féle egyenlettel fejezhetjük ki; R_r a d mm átmérőjű szemcsék alkotta ferrit folyási határa, R_{r0} az ugyanolyan összetételű egykristály folyási határa, k_0 pedig anyagonkint változó értékű állandó. A színvas folyási határa például [25] vizsgálatai nyomán

$$R_r = 24{,}5 + 19{,}6\, d^{-\frac{1}{2}} \quad \text{N/mm}^2$$

A ferrit-egykristályok folyási határát, R_{r0}-t a benne oldott ötvözőelemek és még nagyobb mértékben a benne képződött precipitátum-részecskék jelentősen növelhetik, ugyancsak azon a réven, hogy akadályozzák a diszlokációk mozgását. A szemnagyság és a nitrid-precipitátum együttes hatását a *7. ábra* mutatja be. Ha nióbiummal ötvözött acélt 950 °C-ról levegőn hűtünk, akkor annak csak finomabb szemnagysága növeli a folyási határt, mert 950 °C-on a Nb(C, N)-ből csak kevés oldódik az austenitben, az tehát javarészt már eleve precipitátumként volt jelen. Ha ezt az acélt 1100 vagy 1250 °C-ról hűtjük levegőn, a nagy hőmérsékleten oldatba ment karbonitrid hűlés közben finom eloszlású precipitátumként válik ki; a folyási határ ennek következtében jelentősen emelkedik, annak ellenére, hogy a szemnagyság durvább, mint 950 °C-ról való lehűlés után. Ebből az is nyilvánvaló, hogy *a nitridképző elemek kedvező hatásainak érvényesítése céljából nem elegendő az acélt ilyen elemmel csupán ötvözni és a közönséges acélfajták módjára hőkezelni; különösen lényeges, hogy a nitridprecipitátum kellő mennyiségben valóban képződhessék és oldott állapotban lehetőleg kevés nitrid, illetve nitrogén maradjon.*

IRODALOM

[1] *Chipman, J.—Elliott, J. F.:* Electric Furnace Steelmaking. Vol. II. Chapter 16. Wiley and Sons, New York, 1963.
[2] *Schenck, H.—Frohberg, M.—Graf, H.:* Arch. Eisenhüttenw. *29* (1958) 673; *30* (1959) 533.
[3] *Adachi, A.* et *al.:* Techn. Rep. Osaka Univ. *12* (1962) 419.
[4] *Morozov, A. N.—Iszajev, V. F.—Koroljev, L G.:* Izveszt. AN SZSZSZR, Metallurgija i Gornoje Delo (1963) 141.
Morozov, A. N.: Die Bedingungen für die Bildung stabiler Nitride während der Kristallisation von Stahl. Stickstoff in Metallen. Akad. Verlag. Berlin 1965. 154.
[5] *Rao, M. M.—Parlee, N. A. D.:* Mém. Sci. Rev. Mét. *58* (1961) 52.
[6] *Smithells, C. J.:* Metals Reference Book. IV. kiadás, Butterworth, London 1967. 240.
[7] *Koch, W.—Sauer, K.-H.:* Arch. Eisenhüttenw. *36* (1965) 591.
[8] *Koch, K.-H.* és többen: Arch. Eisenhüttenw. *42* (1971) 649.
[9] *Darken, J.* és többen: J. of Metals *3* (1951) 1174.
[10] *Leslie, W. C.* és többen: Trans. ASM *46* (1954) 1470.
[11] *König, P.* és többen: Arch. Eisenhüttenw. *32* (1961) 541.
[13] *Gladman, T.—Pickering, F. B.:* JISI *205* (1967) 653.
[13] *Swendung, V. H.:* Jernk. Ann. *155* (1971) 295.
[14] *Frohberg, M. G.—Graf, H.:* St. u. E. *80* (1960) 539.
[15] *Irvine, K. J. D.* és többen: JISI *205* (1967) 161.
[16] *Adachi, A.* és többen: Technol. Rept. Osaka Univ. *11* (1961) 351.
[17] *Meyer, L.:* Z. Metallk. *58* (1967) 334, 396.
[18] *Nordberg, H.—Aronsson, B.:* JISI *206* (1968) 1263.
[19] *Hudd, R. C.* és többen: JISI *209* (1971) 121.
[20] *Verő, J.:* Stickstoff in Metallen. Akad. Verlag. Berlin, 1965. 137.
[21] *Roberts, W.:* Jernk. Ann. *155* (1971) 285.
[22] *Hasebe, Sh.:* Sumitomo Search Nr. 5 (1971) 26.
[23] *Javojszkij, V. I.:* Theorie der Stahlerzeugung. Deutscher Verlag f. Grundstoffind. Leipzig. 1969. 552.
[24] *Olette, M.:* Thermodynamische Grundlagen der Bindung des Stickstoffe durch die Metalle. Stickstoff in Metallen. Akad. Verlag. Berlin. 1966. 15.
[25] *Roberts, W.—Bergström, Y.:* Z. Metallk. *62* (1971) 752.
[26] *Petch, N. J.:* JISI *173* (1953) 25.
[27] *Orowan, E.:* Symp. on Internal Stresses. Inst. of Metals. London, 1947, 457.

Korszerű hidegalakító eljárások*

DÉVÉNYI GYÖRGY okl. kohómérnök, műszaki igazgató
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

DK: 621.771 : 621.979 : 669.1 : 624.014 : 625.2

A dolgozat a hidegen alakított termékeket felhasználó iparágak legfontosabb műszaki fejlesztési törekvéseit ismerteti. A legnagyobb felhasználók közül tárgyalja a közúti járműgyártás, a csomagoló- és építőipar, valamint a kohászati vállalatok várható igényeit. Bemutatja a hideghengerlés, a dróthúzás, a hajlított szelvénygyártás és hidegfolyatás gépeinek és technológiáinak várható műszaki fejlesztését, illetve ezek legfontosabb irányait.

Bármely technológia korszerű eljárásainak, az eljárások várható fejlődésének tárgyalásakor nem lehet és nem is szabad elkerülni annak értékelését és vizsgálatát, hogy a gyártási módnak mekkora a jelentősége és hogyan alakul jövője. Nyilvánvaló, hogy a hidegalakítás jelentőségét a hidegen alakított termékek használati értéke határozza meg. Jövőjét pedig annak vizsgálata, hogy a termékeket felhasználó iparágak fejlődése, elsősorban műszaki fejlődése hogyan alakul. Erre a *futurológia*, a *prognosztika* ad választ.

Az acélok hidegalakítása szempontjából döntő tényező, hogy melyek lesznek azok a követelmények, igények, amelyeket a hidegen alakított termékekkel szemben támasztanak. Ezekből származnak ugyanis az eljárások korszerűsítési, fejlesztési feladatai.

Az előző folytatásaként a dolgozat második részében az eljárások várható műszaki fejlődési irányainak ismertetésével foglalkozom.

A KGST Vaskohászati Állandó Bizottsága legutóbbi ülésén programot dolgozott ki és hagyott jóvá a vaskohászat főbb távlati fejlődési irányainak meghatározására. Ebben a munkában az összes szocialista állam érdekelt kutató- és tervező-intézetei részt vesznek.

Az Egyesült Államokban is egyre több a prognosztikával foglalkozó munkabizottságok száma, így pl. nemrégen egy amerikai tudományos egyesület szervezett bizottságot azzal a feladattal, hogy a jelenleg már érvényesülő, vagy legalább sejthető tendenciák alapján kísérelje meg prognózis készítését a szerkezeti anyagoknak a következő négy évtizedben várható fejlődéséről. A futorológia aktualitását igazolja, hogy az 1970. évi nyugatnémet kohászati közgyűlésen a bevezető előadások között szerepelt *Jungbluth* professzor előadása [1], aki az acél késztermékeket felhasználó iparágak várható műszaki fejlődését elemezte, hogy ezekből következtetéseket vonjon le a vaskohászat jövőjére és a vaskohászatra váró feladatokra.

Az acélipar fejlesztési kérdéseinek eldöntésekor a prognosztika azért is nagy jelentőségű, mert a kohászati beruházások tőkeigényesek és ezért hosszú távra, általában 15—20 évre, vagy még annál is hosszabb tartamra tervezettek. Ezért a beruházások elhatározásakor különösen körültekintően, előrelátóan kell eljárni és csak olyan berendezéseket telepíteni, vagy eljárásokat bevezetni, amelyek annyira korszerűek, hogy részleges vagy teljes erkölcsi kopásuk várhatóan 15—20 évnél előbb ne következzék be.

Az acélok *nagy része* melegen alakított normalizálatlan vagy normalizált állapotban, *másik* és egyre nagyobb *hányada* hidegen alakított állapotban kerül felhasználásra. Ma általánosnak mondható az acélok átlagszilárdságának növelésére irányuló törekvés. A szilárdság fokozására alkalmas lehetőségek közül az *ötvözés* elég költséges, a *hidegalakítás* szilárdságnövelő jelentősége tehát egyre nagyobb.

A hidegalakítás keményedéssel jár, amely az alakítást akadályozó tényező. Ennek ellenére érdemes azonban mindenkor megfontolni, hogy a mintegy 40—50 kWó energiatöbblet, amely 1 tonna acél hidegalakításához szükséges, mennyiben teszi lehetővé a keményedés hatásának hasznosítását. Hidegalakításkor ugyanis az ötvözetlen acél karbontartalom-függő, 30—80 kp/mm² közti szakítószilárdsága az ugyancsak karbontartalomtól fordítva függő alakíthatóság kihasználásával 80—130 kp/mm²-re növelhető, sőt patentírozással még ennél is nagyobb — 200 kp/mm²-t is jóval meghaladó — szakítószilárdság érhető el.

A növekedés mértéke az alakítás függvénye, számszerűleg durva becsléssel azt lehet mondani, hogy minden 10%-os alaítás kereken 7—10 kp/mm² értékkel növeli a szakítószilárdságot.

A szakítószilárdságnak előzőkben vázolt növekedéséhez még további előnyök járulnak hidegalakításkor. Ezek közül a pontos méret, a kitűnő felületi minőség sorolhatók az első helyre. Hátrányként említhető a nyúlásnak szakítószilárdság növekedését kísérő csökkenése, az alakítási textúra következményeként jelentkező anizotrópia, a kifáradásra való nagyobb hajlam, és bizonyos esetekben az öregedés jelenségei.

Különböző iparágak acélfelhasználásának várható alakulása

A hidegen alakított termékek, elsősorban finomlemezek legjelentősebb felhasználója a közúti járműgyártó ipar. Ezért nem közömbös sem a kohászat, sem a vegyipar számára, hogy a jövőben autókarosszériagyártásra acél vagy műanyag kerül-e felhasználásra. A kérdés teljes értékű tisztázása bonyolult feladat. Az ellenben egy 1973-ra vonatkozó angol tanulmányból [2] megállapítható, hogy a pl. napi 70 sportkocsit előállító üzemben a műanyag karosszéria olcsóbb az acélkarosszériánál. Az összehasonlító vizsgálatból szembetűnő a kis darabszámú acélkarosszéria gyártás nagy költséghányada. Ez azonban tömeggyártáskor, pl. napi 7000 kocsi esetében annyira csökken, hogy az acélkarosszéria lényegesen olcsóbb a műanyag ka-

*Dunaújvárosban a III. Kohászati Hidegalakító Konferencián 1971. okt. 12-én elhangzott megnyitó előadás átdolgozott változata.

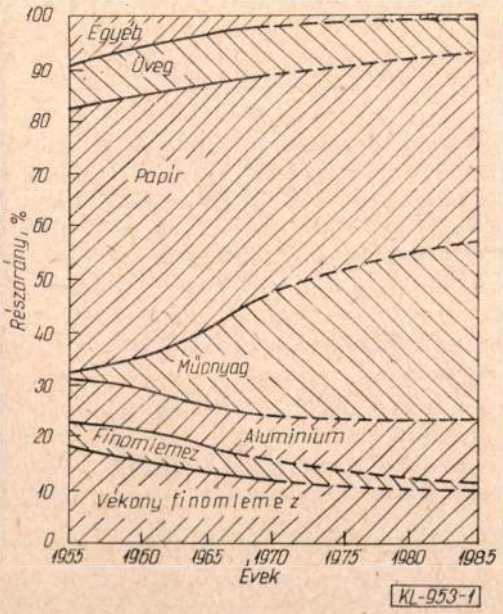
rosszériánál. Eltekintve a költségelőnyöktől, az acélkarosszériának biztonságtechnikai szempontból is nagy az előnye, amely tulajdonságnak egyre nagyobb a jelentősége. Ütközéskor ugyanis a karoszszéria sokkal nagyobb ütési energiát képes felvenni, mint a műanyag karosszéria. Az acélkarosszéria használhatóságát, megbízhatóságát, egyúttal jövőjét is bizonyítandó — állapította meg nagyon találóan egy amerikai járműipari szakember— hogy ha 80 éven keresztül műanyag karosszériával épültek volna a gépkocsik, akkor ma az acélkarosszéria feltalálása a legnagyobb műszaki eredmények közé tartozna.

Az elkövetkező 10—20 évben a gépjárművek karosszériája tehát várhatóan acéllemezből fog készülni. Ezen a területen konkurrenciával nem kell számolni, ami egyúttal indokolja a széles hidegszalag hengersorok további terjedését és a termelékenységük, kapacitásuk növelésére irányuló törekvéseket.

A csomagolástechnika gyors fejlődése egyre több és különböző tulajdonságú csomagolóanyagot igényel. Az acélszalaggyártás fejlesztése szempontjából nem közömbösek azok a lehetőségek, amelyek a szalagok csomagolóanyagként történő felhasználására irányulnak.

A piaci kereslet, amely elsősorban a nagyon vékony szalagokra irányul, az utóbbi 10 évben gyorsan nőtt. Ezzel egyidőben azonban lényeges szerkezeti változás is lezajlott, amelynek lényege a műanyag felhasználásának dinamikus fejlődése és az acélszalagok felhasználási lehetőségeinek egyre csökkenő mértéke *(1. ábra)*. Ilyen tendencia láttán felmerül a kérdés, hogy a műanyag, papír és alumínium csomagolástechnikai tulajdonságaival, előnyeivel szemben maradnak-e még az acél számára lehetőségek.

Megállapítható és figyelemre méltó, hogy nagyon gyorsan terjednek (a kétfokozatú keresztmetszetcsökkentéssel készült és) az ital, pl. sör tárolására

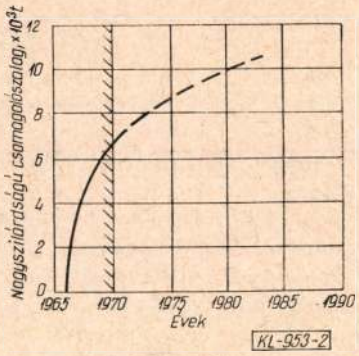


1. ábra. Különböző csomagolóanyagok felhasználási arányainak változása, fejlődése

alkalmas acéldobozok. Élelmiszer-csomagolásra ezek a 0,15 mm-nél vékonyabb lemezből készült dobozok azért nem alkalmasak, mert a dobozok egy része tartósításkor szétreped.

Újszerű műszaki megoldás a kétrészes doboz, amely mélyhúzással gyártott edényből és fedélből áll. Ha sikerül a felhasznált mélyhúzó szalagok alakítási sebességét tovább növelni, akkor ezen a területen újabb kereslet megjelenésére, illetve növekedésére lehet számítani.

Egyre nagyobb a kereslet nagyszilárdságú csomagolószalagok iránt. Ezek szilárdsága 120 kp/mm², vagy még több. Felhasználási területük egyre bővül *(2. ábra)*, a felhasználás növekedési üteme évenként kb. 5—10%.



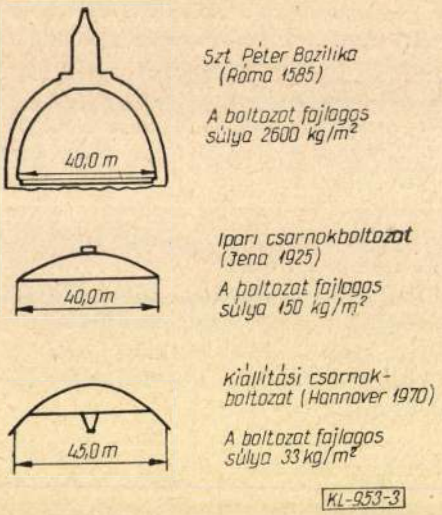
2. ábra. Nagy szilárdságú csomagolószalag-igény várható alakulása

Az acélok építőipari célú felhasználása is egyre bővül, ami a korszerű építési módok elterjedésének, az építőipar szerelő jellegű tevékenységének, továbbá az építési technológiák automatizálásának következménye, illetve előfeltétele.

Az építőipar szerkezeti átalakulása több kényszerítő tényező következménye, mint pl. az igények és munkabérek növekedése, a munkaerőhiány stb. Az acélszerkezetek gyors elterjedésének egyik lényeges tényezője az acélok és munkabérek egymáshoz viszonyított aránya, illetve ezek alakulása. Ahol ugyanis kicsinyek a munkabérek és drága az acél, ott elsősorban az anyagtakarékosságra irányuló törekvés érvényesül és az új építési módok csak lassan terjednek. Ahol viszont az ellenkező tendencia igaz, ott az új építési módok fejlődése nagyon dinamikus. Utóbbiak gyakorlati alkalmazása a kohászattól nagy mennyiségű hajlított szelvény és szerkezet gyártását, továbbá a felületvédelmi feltételek megteremtését igénylik.

Az építőipari tevékenység automatizálása szempontjából várhatóan nagy jelentőségű lesz az ún. *szendvicselemeket* alkalmazó technológia. Az elemek gyakorlatilag két borítólemez között elhelyezkedő műanyagrétegből állnak. A borítólemezek finomlemezek, a közbenső réteg pedig szilárd poliuretán hab.

A gyártást kb. 6 évvel ezelőtt sikerült folyamatossá tenni, amelynek eredményeként egy nyugatnémet acélműben több mint 4 éve üzemszerűen működik egy gépsor szendvicselemek végtelenített szalag formájában történő folyamatos gyártására. A szendvicselem-gyártás és felhasználás nagy mű-



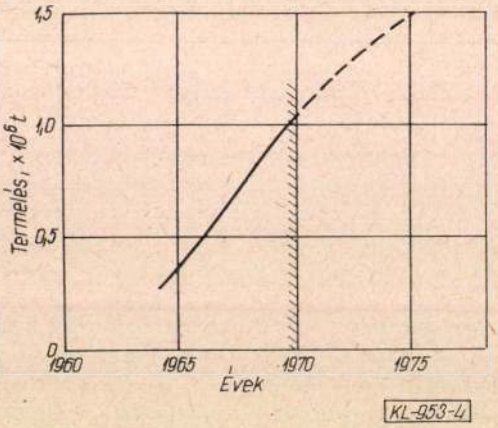
3. ábra. Szendvicselemekből épült boltozat keresztmetszete és fesztávolsága, összehasonlítva más boltozatokkal

szaki és gazdasági eredménnyel jár. A gyártási sebesség 4 m/perc.

Az eljárás nagy lehetőséget nyújt nagy áthidalású szerkezetek, boltozatok építésére is. A *3. ábra* példáiból látható, hogy a boltozatok fajlagos súlyának milyen nagymértékű csökkentését teszi lehetővé ez a megoldás. Természetesen a két lemez közötti rétegnek nem kell szükségszerűen műanyag habból állnia. A csőszendvicslapokkal sík felületű áthidalások, hidak stb. készíthetők.

A felületnemesítés, illetve bevonás gyakorlatilag a hidegen hengerelt tekercsek továbbfeldolgozását jelenti. A szalagok felületi rétegének vastagsága tág határok között — nevezetesen elektrolitikusan bevont finomlemezeknél tizezred mm-től, műanyagfóliákkal történő finomlemez bevonásakor pedig 0,5 mm-ig — változik. A fémbevonó eljárások száma is sok, amelyek közül az elektrolitikus, a mártogató (tűzi) eljárás és a plattírozás a legfontosabbak. Az eljárások gyakorlatilag még egy szempont alapján csoportosíthatók, még pedig aszerint, hogy a felületi réteg fém, vagy szerves anyag.

A fémmel bevont szalagigények az utóbbi években gyorsan nőttek és különösen nagy volt a keresletnövekedés a horganyozott acélszalagok iránt *(4. ábra)*. Az igénynövekedés következménye az a nagyon jól követhető tendencia, amely az áthúzó sebességek növelésére irányul.



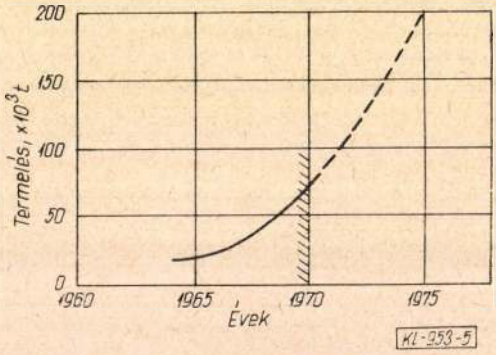
4. ábra. Az NSZK horganyozott szalagtermelésének számai

Amíg pl. tűzi horganyozáskor 1960-ban még 30 m/perc volt a legnagyobb áthúzási sebesség, addig a csak néhány éve ismert „jet coating" elv felhasználásával, azaz a horganybevonat érintésnélküli szabályozásával ma már olyan eljárások és berendezések épülnek, amelyeken az áthúzási sebesség 150 m/perc.

A fémmel bevont szalagigény növekedésével egyre nő az új fémbevonó eljárások száma, amelyek közül a fémporral történő bevonást említeném első helyen, amelynél a felületi réteg vizes diszperzión történő áthúzás révén alakul ki. A felületi réteget, amely pl. alumíniumból, vagy nikkelből állhat, az eljárást követően a felülethez való szilárd kötés céljából hengerelni vagy zsugorítani kell. Másik változata a vákuumeljárás, amelynél az alumínium gázfázison keresztül kerül a felületre.

Egyre jobban terjed a szalagfelületek krómozása, amelynél a felületi réteg akár szilárd, akár gázfázisban képezhető. Az eljárás alkalmas krómmal ötvözött, korrózionak ellenálló acélfelületek kialakítására is.

A műanyagbevonatú szalagok felhasználása az utóbbi években gyorsan növekedett, és várhatóan az elkövetkező években még ennél is nagyobb mértékben növekedik *(5. ábra)*.



5. ábra. Műanyag bevonatú szalagtermelés alakulása az NSZK-ban

A szerves felületbevonó eljárások áthúzó sebessége is nagyot változott. Míg pl. a szalaglakkozó eljárások sebessége a második világháború előtt csak 10 m/perc volt, addig a közelmúltban az Egyesült Államokban és Japánban olyan eljárást fejlesztettek ki, amelynek áthúzó sebessége 180 m/perc. Egyébként a műanyaggal bevont szalagok felhasználása az elkövetkező években szintén nagyon gyorsan nő.

Egészen új módszer a szerves bevonóanyagok nagy energiájú besugárzással pl. elektronsugárral történő keményítése. Az eljáráskor a *monomer* rendszerek polimerizálása szobahőmérsékleten, másodpercek alatt végbemegy. Itt lényeges előnyként kell megemlíteni a nagy hőmérséklet elhagyását és azt, hogy az alapanyagok szilárd fázisban vihetők fel a felületre. Ezáltal elmarad a szalagok hőigénybevétele és a gázfejlődés, s így a levegőszennyeződés is kiküszöbölhető. Ha a jövőben a sugárzás-

védelem és mindenekelőtt a lakkal kapcsolatos vegyipari problémák megoldódnak, akkor ennek a szárítási eljárásnak az alkalmazásával akár 300 m/perc, vagy talán még ennél is nagyobb áthúzási sebességek érhetők el.

Ugyancsak gyorsan fejlődő eljárás — amely mintegy átmenetet képez a fém és szerves felületbevonatok között — az *email-lakkdiszperziókkal* történő bevonás. A réteg alakítható, alakítás közben nem válik le a felületről, ami igen nagy előny. A szokásos szárításkor a felületen erősen tapadó és jól alakítható film képződik. A bevont felületű acélszalagból gyártott kész munkadarabot ilyenkor nagy hőmérsékleten kell szárítani, amikor a kötőanyagként használt lakk kiég, nyomtalanul eltávozik és a felületen csak az emeail-réteg marad vissza. Ennek az eljárásnak valószínűleg nagyon nagy jövője lesz.

Míg a felületbevonás a lemezek és szalagok egyik legfontosabb feldolgozási módja, addig a szalagok csővé történő feldolgozásának részaránya is egyre nő. Különösen nagy a keresletnövekedés vezetékcsövekben.

Közel 100 éves csővezeték-építési gyakorlat tapasztalatai révén a vezetékcsövek átmérője fokozatosan nő és ma már az 1200 mm átmérőjű vezetékcsövek szokásosnak minősülnek, sőt az 1500 mm-es átmérő sem ritka méret. A vezetékek hossza is egyre nagyobb és már elérik a több ezer km hosszúságot.

Lehetséges, hogy a jövőben az atomenergia széles körű előállításakor és hasznosításakor a szénhidrogéneket szállító vezetékcső-igény csökken, várhatóan azonban más közegek szállítási igényeinek növekedése miatt, pl. a különböző kémiai termékek és szilárd halmazállapotú anyagok szállítása következtében a vezetékcső-igény mégsem csökken, hanem tovább nő. Amerikában már megépült az első 500 km hosszú szenet szállító vezetékhálózat. Várhatóan a városok hulladékainak elszállítása is majd csővezetékben történik.

A vezetékcsövek felhasználási területének bővülésével egyidőben a csőgyártási technológiák is fejlődnek. Folyamatosan nő főleg az olaj- és gázvezetékcsövek átmérője, falvastagsága és belső nyomása, a csövek acélminősége, elsősorban folyáshatára.

A csőgyártás másik említésre méltó fejlődési iránya — amely szintén nagy jövő előtt áll — az igen nagy átmérőjű csövek, az ún. „jumbó" csövek gyártása és felhasználása. A jelenleg már gyártott 2,5 m átmérőjű csövek gyakorlata igazolja, hogy a gyártási feltételek adottak. Nem állnak fenn olyan különleges technológiai nehézségek, amelyek kizárnák akár 5 m átmérőjű csövek gyártását is. Ezek számára viszont egészen új alkalmazási lehetőségek nyílnak. Így pl. a csöveket külső korrózióvédelemmel és hangszigeteléssel ellátva és 30 m-es hosszakban gyártva, egyszerűen városok földalatti autó vezeték-csőrendszerévé építhetők.

A csövek felhasználására elmondott példák igazolják, hogy ma már gyakorlatilag sem a gyártásban, sem a felhasználásban nem lehet olyan határokat megállapítani, amelyek egy bizonyos fejlődési szakasz végét jelentenék.

A hidegalakító eljárásoknak és a hidegen alakított termékek gyártás- és gyártmányfejlesztésének tehát ilyen nagy perspektívája van. A hideghengerlés, a drót- és rúdhúzás, továbbá a lemezből hajlítással, hegesztéssel, mélyhúzással, kivágással előállított harmadtermékek és a hidegfolyatás jelentősége világszerte fokozódó termelésével párhuzamosan egyre nagyobb lesz.

A hidegalakító eljárások fejlesztésének fő irányai

Hideghengerlés

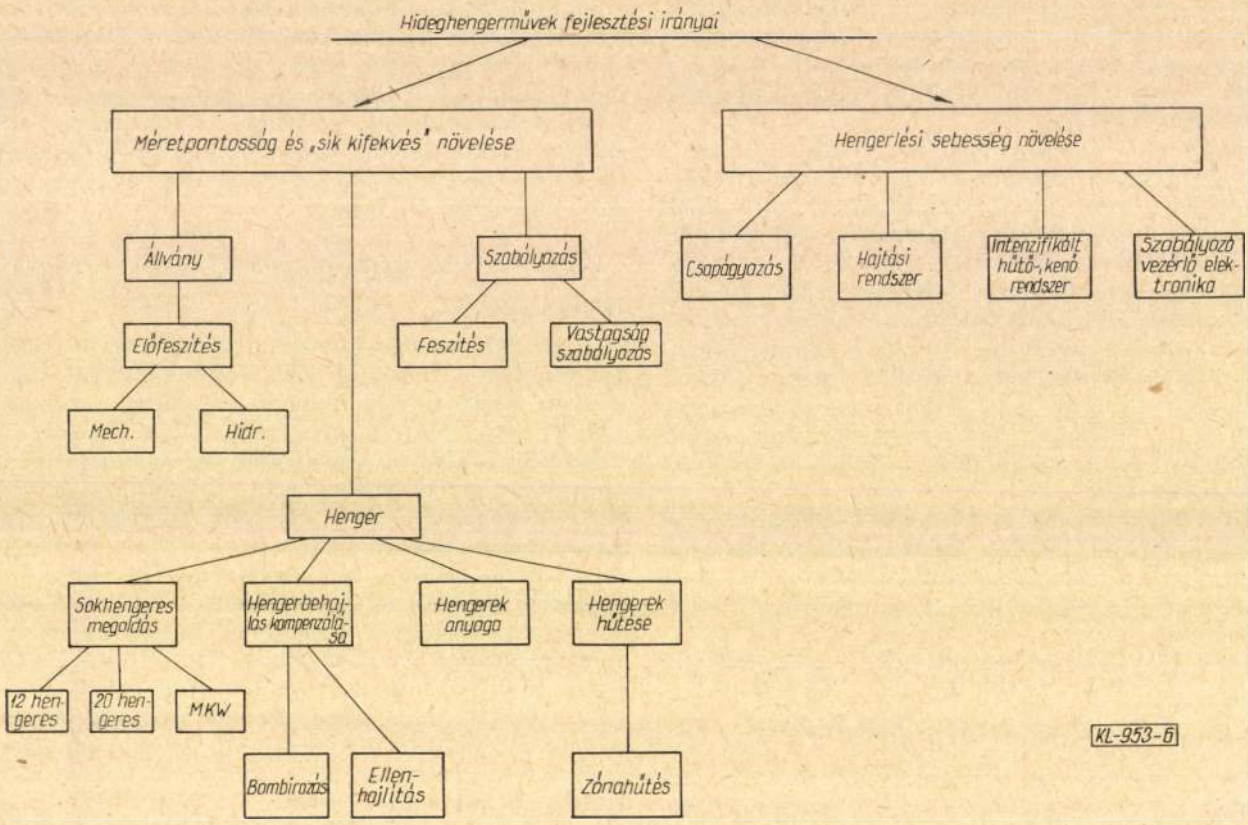
A hideghengerlés korszerűsítésében érvényesülő tendenciák a szalagok szélességének 2000—2200 mm-re, a tekercssúlyoknak 100 tonnára, a szalagok méretpontosságának növelésére, mérettűrésük szűkítésére, a szalagok mechanikai, esetenként fizikai tulajdonságainak fejlesztésére, felületük nemesítésére, bevonására és a kikészítő rendszerek korszerűsítésére irányulnak.

A továbbiakban a vizsgálatokat elsősorban a hengerlő berendezések gépészeti, hajtástechnikai és vezérlési rendszereinek fejlesztésére korlátozva megállapítható, hogy az utóbbi 10—15 évben nagyon intenzív fejlesztés indult főleg a méretpontosság, továbbá a hengerlési sebesség, azaz a kapacitás növelésére. Mind a méretpontosság, mind a hengerlési sebesség növelésének azonban számos előfeltétele van, amit jól szemléltet a *6. ábra*.

A gépészeti megoldások közül a szalagok méretpontosságát fokozó sokhengeres megoldások jelentettek nagy előrehaladást. Ide sorolhatók azok a megoldások is, amelyek a 12, illetve 20 hengeres sorokon kívül a kvartó hengerállványon alkalmaznak további támasztóelemeket, mint pl. az MKW hengerállványokon.

Hasonló célból mind kisebb rugalmas deformációjú hengerállványok épülnek, folyamatosan nő az állványok merevsége. Több ilyen irányú vizsgálat szerint ui. a hagyományos szerkezetű állványoknál a teljes rugalmas alakváltozás 10—30%-a a hengerállványra esik. Az állványok merevségének fokozása kezdetben a keresztmetszetek növelésével történt. Ez az út zsákutcába vezetett. A kutatók és gépszerkesztők ezért más megoldást kerestek és ezt az előfeszített állványokban találták meg. Ezekre az állvány kifejezés már nem is helyes, mert az állványok részben átalakulnak, felépítésük a hagyományostól eltérő. Először a mechanikus előfeszítés terjedt el, majd ennek nem kielégítő volta miatt a hidraulikus előfeszítés kezd elterjedni Ilyen hengerállványokat tartalmazó hengersorokkal és azokat felszerelve új típusú vastagságszabályozó automatikával már ± 50 mikronon belüli tűrések érhetők el.

A szalagok méretpontossága, párhuzamossága, síkfekvése a henger-rés korrekciójával is növelhető. Minthogy a henger-rés párhuzamosságát a hengerlési erő és annak megoszlása, valamint a hengerek felmelegedése szabja meg, nyilvánvalóan ezen paraméterek szabályozása révén lehet a henger-rés alakját is ellenőrizni. Erre vonatkozó legfontosabb törekvések a hengerek domborításának további pontosítására, a hengerek hajlító igénybevételének külső hajlítóerővel történő kompenzálására irá-



6. ábra. Hideghengerművek fejlesztésének irányai

nyulnak. Ez az erő speciális résérzékelő műszerekkel folyamatosan is szabályozható. További lehetőségek a szalagfeszültségek eloszlásának közvetlen mérése és ebből kiindulva a résgeometria ellenőrzése. Ez a rendszer egyike a legújabb fejlődési irányoknak. Fejlődést jelentett a hengerhűtés folyamatos szabályozása, a zónahűtő rendszerek alkalmazása. Ez a funkció úgy is megfogalmazható, mint a hengerek *hőbombirjának korrigálása a hőmérséklet-eloszlás megváltoztatása révén.*

A méretpontosság fokozása céljából kerül sor a korszerű szabályozó-érzékelő és vezérlő rendszerek továbbfejlesztésére. Ezt elsősorban a növelt hengerlési sebességek következtében jelentősen lerövidült folyamatok indokolják.

Nem véletlen, hogy a vonatkozó szakirodalom kiterjedten elemzi a szabályozórendszereket és olyan sok különféle — elsősorban a vastagságszabályozással összefüggő — mérő-vezérlő rendszert tárgyal.

A szalaghengerművek korszerűsítésére irányuló tevékenység másik időszerű témaköre a hengerlési sebesség és a hengerlési kapacitás. A végső cél az ún. „nagysebességű hengerlés" feltételeinek megteremtésén keresztül a hengersorok kapacitásának növelése. Ez a témakör kétségtelenül az érdeklődés, a kutatás és fejlesztés előterében áll. A sebességnövelés kérdését kimerítően tárgyalni azonban e helyen nem lehet, így csak utalnék a fontosabb problémákra, amelyeket a következőkben sorolnék fel:

a) a hengerlési sebesség elvi korlátainak megállapítása a hengerelt termék minőségétől függően,

b) a hengerlési sebességgel arányosan növekedő felmelegedési viszonyok vizsgálata, minthogy ezek közvetlenül hatnak a termék minőségére, a termék méretváltozására, elsősorban a hengerek hőbombirjának változása miatt a hengerek felmelegedésére, és az ebből eredő esetleges károsodásokra, a hűtőemulzióval elvonható hőmennyiségekre, a csapágyazásra, a hajtási rendszerre, a szabályozásra és vezérlésre.

Az újabb hideghengerművek felülvizsgálatakor kiderült, hogy a berendezéstől és hengerlési programtól függően a maximálisan és még gazdaságosan alkalmazható hengerlési végsebességek 23—35 m/s között helyezkednek el. A vizsgálatok eredménye szerint a fajlagos termékegységre vonatkoztatott költségek ugyanis ilyenkor a legkisebbek.

A hengerlési kapacitás növelését szolgálja az állványok számának növelése, azaz egy-egy állványra jutó fogyás abszolút értékének csökkentése. Ez a módszer a sebességek bizonyos határértéken túl történő növelése helyett célravezetőbb, különösen ha a szalagszélesség növelésére irányuló törekvéssel párosul, mert a termelés növelése sokkal egyszerűbb módon érhető el, mint nagysebességű alakításkor, amikor is a hengerek és szalagok kielégítő hűtésének biztosítása igen nagy nehézségekkel oldható csak meg, sőt egy bizonyos sebességen felül már egyáltalán nem lehetséges.

A hideghengersorok termelékenységnövelésének másik jelentős lehetősége a technológiai mellékidők csökkentése, amely a tekercsek fel- és leadásának, valamint a gyorsítások és lassítások fokozott gépesítésével és automatizálásával érhető el.

Még egy várható és szükséges változás bekövetkezésére térnék ki, amely az egyre nagyobb kapacitású hideghengerművek és hideghengersorok építésével kapcsolatos. Elképzelhetetlen, hogy a jövőben a 2—3 millió t/év termelésű hideghengerművek előkészítő és befejező műveletei a mai gyakorlat szerint történjenek. Ebben az esetben a hengerművek helyigénye ijesztően nagy lenne. Ezért a hideghengerlés előkészítő és befejező műveletei közül azok fognak elsősorban elterjedni, amelyek műveleti sebessége az eddigieknél sokkal nagyobb, tehát a folyamatos áthúzó rendszerű berendezések. Gondolok itt elsősorban a folyamatos áthúzó jellegű gyorslágyításra, mechanikus revétlenítésre stb.

Dróthúzás

A húzógépek fejlesztése is elsősorban a termelőképesség növelésére irányul, a húzási sebesség növelése és a mellékidők csökkentése révén.

A húzási sebesség azonban csak bizonyos határértékig növelhető, mert jól definiálható, konkrét fizikai korlátai vannak, részben a húzott huzal, részben a húzószerszám hőmérsékletének növekedése miatt.

A húzás közti mellékidők csökkentése a folyamatos húzást biztosító huzalfeladás és levétel feltételeinek megteremtésével érhető el. Utóbbi a húzási sebesség növelése szempontjából is jelentős, mert elmarad az utolsó húzódobon excentrikus igénybevételt okozó huzalköteg. A folyamatos huzalfeladó és -leszedő berendezések egyúttal lehetőséget nyújtanak a jelenlegi kis tekercssúlyok 1—1,5 t-ra történő növelésére. A súlynövelés azonban a húzóüzemek belső anyagmozgatásának komplex gépesítését igényli.

A húzógépek mellékidejének jelentős hányadát a szerszámcserék képezik, amelynek gyakorisága az eddigieknél jobb minőségű és nagyobb élettartamú húzószerszámokkal csökkenthető.

A húzási technológiák fejlesztésének közös ismérve, hogy mind a húzási sebesség növeléséhez szükséges feltételek megteremtésére irányul. Ilyen összefüggésben fontos az egyenletes, jó minőségű alapanyag, az egyenletes, jól tapadó porózus kenőanyaghordozó réteg kialakítása, pl. bóraxozással, vagy foszfátozással, a kenőanyagok hőállóságának növelése és új nagy hőállóságú kenőanyagok kifejlesztése.

A húzási sebesség növelése jelentős változásokat eredményez a szerszám és huzal közötti kenési viszonyokban és az alakítás erőviszonyaiban. Ezért fontos kérdés az optimális geometriai méretű szerszámok kialakítása.

Hajlított szelvények

A kohászati üzemekben folytatott továbbfeldolgozó tevékenység egyre jelentősebb területe a hajlítottszelvény gyártás. Már ma is, de a jövőben még inkább növekedni fog a szelvények iránti érdeklődés, különösen az épületszerkezetgyártók részéről.

A hajlítottszelvény gyártás korszerűsítése révén a jövőben mind változatosabb alakú, mind pontosabb méretű szelvények nagy tömegű gyártási módszere alakul ki, amely gazdaságos előállításuk egyik feltétele.

Egyre nagyobb jelentőségű lesz a hidegen hengerelt, felkeményedett lemezekből hajlított szelvénygyártás, mert felhasználásukkal a szerkezetek súlya csökkenthető, illetve biztonságuk növelhető.

Az épületszerkezetekben felhasznált hajlított szelvények a jövőben egyre több funkciót fognak betölteni, így pl. statikai szerepükön túl hő- és hangszigetelő szerepük is lesz.

Fejlesztésük további iránya az önzáró szelvények, szerkezeti elemek kialakítása, amelyek kötőelem nélkül erősíthetők össze szerkezetekké.

A hajlított szelvények korrózióvédelme szempontjából nagy jelentőségű lesz az a képlékeny alakítható felületi bevonat, amelyről korábban már szó esett.

Hidegfolyatás

A III. Hidegalakító Konferencia szekciói nem foglalkoznak a hidegfolyató eljárásokkal. A termékek felhasználási lehetőségeinek bővülése, és a termékek iránti igények elmúlt 5 év alatti gyors növekedése, továbbá az eljárás jövőben várható egyre nagyobb jelentősége is amellett szól, hogy az eljárásról, méltatásáról ne feledkezzem meg, egyúttal felhívjam a figyelmet az eljárás hazai fejlesztésének szükségességére.

Elsősorban a járműipar használ egyre több hidegen folyatott alkatrészt. Így pl. az Egyesült Államokban 1965-ben 250 000 t súlyú hidegen folyatott alkatrészt használtak fel a járműiparban, amely mennyiség 1980-ban előreláthatólag eléri a 850 000 t-át. A hadiipar is a nagy felhasználók közé sorolható, továbbá a mezőgazdasági, építőipari, háztartásigép-gyártás és kötőelemgyártás.

A konferencia egyik fő témája a hidegen alakított gyártmányok termelési gazdaságosságának növelése. Ilyen viszonylatban hidegfolyatáskor különös jelentőségű a képlékenység és a szerszámanyagok élettartamának növelésére irányuló tevékenység.

IRODALOM

[1] *Jungbluth, O.:* Entwicklungstendenzen in der Stahlverarbeitung (Stahl und Eisen **90.** 1970. Nr. 25, 1434/1449).

[2] *Feldmann, H. D.:* Neure Entwicklungen von Fertigungsverfahren und Maschinen der Kaltumformung (Draht Welt 1969. nov. 687/690).

[3] *Versan, D. M.:* Developments in cold extrusion (Metal Forming 1969. ápr. 105/110).

[4] *Wistreich, J. G.:* The future of hot and cold working (Journal of the Iron and Steel Institute 1969. jun. 902/906).

[5] Internationale Kaltformtagung 1970 (Draht 22. 1971. jan. 26/35).

A gáz- és olajtávvezetékek építéséhez használatos hegesztett acélcsövek anyagának és gyártásának metallurgiai vonatkozásai*

Dr. HORVÁTH AURÉL okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK: 669.111 : 621.774.2 : 665+696.2

A C-egyenérték és az acél vegyi összetételének összefüggései. Különféle nemzetközi szervek állásfoglalása a C-egyenértéksúly használhatóságáról, illetve a számítási képletek megváltoztatásáról. A C egyenérték és az alkalmazott hegesztési technológia. Automatikus eljárással jól hegeszthető, nagy folyáshatárú ötvözetlen és ötvözött acéltípusok. A Dunai Vasműben az API szerinti X52 jelű acél gyártási előírásai.

Bevezetés

Az utóbbi 10—15 évben általánossá vált az a törekvés, hogy a hegesztett acélszerkezetekben, a tartály-, hajó- és csővezeték-építésben meghonosítsák a nagyobb szilárdságú szerkezeti acélokat. A törekvés fő célja nyilvánvalóan a beépített súly csökkentése. A tapasztalat igazolta, hogy a nagy szilárdságú acélok nagyobb ára ellenére a belőlük készített szerkezetek építésének összköltsége kedvezőbb, mint a hagyományos, kisebb szilárdságú acélok alkalmazásakor. Ennek oka egyrészt az, hogy az acélszerkezetek alapozási, építési és hegesztési költségei kisebbek, másrészt az, hogy a nagyszilárdságú acélokból épített szerkezetek szelvényvastagsága és így a felhasznált acélmennyiség kisebb, mint a hagyományos, kisebb szilárdságú acélokból lenne.

A szilárdság növelésének legegyszerűbb útja a C-tartalom növelése volna. Ez az út azonban — az acélok hegeszthetőségének egyidejű követelménye miatt — nem járható, mert a C-tartalom nem haladhatja meg, legalábbis számottevő mértékben, a 0,20%-ot, sőt a mikroötvözött és gyengén ötvözött nagy szilárdságú szerkezeti acélokban még ekkora sem lehet. Az ilyen acélok hegesztésre való alkalmasságának kérdése egyre inkább előtérbe kerül.

Ennek oka egyrészt az, hogy a hegesztett szerkezetek igénybevétele és terhelése egyre növekszik, másrészt az, hogy az automatikus hegesztési eljárások fejlődése és az egyre terjedő, ún. *terepen való hegesztés* ezeknek az acéloknak a hegeszthetőségével szemben mind nagyobb követelményeket támaszt.

Mielőtt a vezetékcsövek gyártására szóba jövő acélfajtákat és metallurgiai vonatkozásaikat általánosságban és a Dunai Vasműben eddig szerzett tapasztalatok alapján ismertetném, célszerűnek tartom a hegeszthetőség és az összetétel közti összefüggésre vonatkozó jelenlegi álláspontok rövid áttekintését.

Összefüggés a kémiai összetétel és a hegeszthetőség között

A 30-as és 40-es években a hajó- és hídszerkezetekben több olyan káreset (törés, leszakadás stb.) következett be, amelyeket *ridegtörés* okozott. Ezek tapasztalataiból alakult ki az ismert finomszemcséjű szerkezeti acél, amelynek szavatolt folyási határa legalább 36 kp/mm². Erre az acéltípusra jellemző a nitrogént lekötő ötvözőelemek jelenléte, továbbá a C-tartalomnak 0,22%-ban, a Mn-tartalomnak 1,50%-ban való maximálása.

Azóta — és jelenleg is — számos javaslat látott napvilágot, amelyek célja az volt, hogy a szerkezeti acélok hegesztésre való alkalmasságát kémiai összetételükből lehessen megítélni. Ez a megítélés egyrészt a hegesztési varrat repedékenysége és a hőkörzetben *(HAZ=heat affected zone)* mérhető maximális keménység, másrészt a maximális keménység és a kémiai összetétel közti kapcsolatra támaszkodik.

A szerkezeti acélok egyre növekedő összetételbeli választékbővülése szükségszerűen arra a törekvésre vezetett, hogy hegeszthetőségüket egyszerű, a vegyi összetételből levezethető minőségi mutatószámmal jellemezzék, amely egyben ezeknek az acéloknak egymással való összehasonlítására is lehetőséget ad. Ennek a törekvésnek az eredményei azok a képletek, amelyekbe a különböző ötvöző- vagy kísérőelemek százalékos mennyiségét behelyettesítve, a C-hoz viszonyított keménységnövelő hatásukat figyelembe lehet venni.

Ezek a képletek tehát végeredményben a *szénegyenértéknek* nevezett *fiktiv C-tartalmat* adják meg (C_E). Annak ellenére, hogy a különböző szerzők által különböző országokban kifejlesztett C_E-képletek közt számottevő különbségek vannak az egyes elemek C-ra vonatkoztatott egyenértékének megítélése tekintetében, a *Nemzetközi Hegesztési Intézet* (IIW) *IX. Bizottsága* az alábbi képlet alkalmazására tett ajánlást [1]:

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \ (\%) \quad (1)$$

Jellemző az IIW nemzetközi tekintélyére, hogy az (1) képletet még a *Lloyd's Register of Shipping* is átvette és bevezette azzal a kiegészítő előírással, hogy [2]:

ha C_E nagyobb vagy egyenlő 0,45%-kal, kötelezővé teszi a hegesztés előtti előmelegítést és csak a legkisebb hidrogéntartalmú elektródák használatát engedélyezi;

ha C_E kisebb 0,45%-nál, csak a legkisebb hidrogéntartalmú elektródák használatát engedélyezi, de az előmelegítést csak a hegesztett szerkezet jellegéből várható feszültségi állapotok megszüntetése céljából, vagy kis környezeti hőmérséklet esetére írja elő;

* Elhangzott az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztálya siófoki helyi csoportja által rendezett ankéton 1971. júl. 29-én.

ha C_E kevesebb, mint 0,41%, bármely elektróda alkalmazását megengedi, az előmelegítést általában nem, illetőleg csak a szerkezet jellegéből várható feszültségek megszüntetése céljából írja elő.

Ez az előírás világosan igazolja, hogy a hegesztési körülmények és a kémiai összetétel összefüggését hogyan lehet a hegesztésre való alkalmasság megítélésére felhasználni.

Az elmondottakból az is kitűnik, hogy a kémiai összetétel némely vonatkozású megszorításának alapvető célja a hegesztési technológia egyszerűsítése, a hegesztés előtti előmelegítés lehetőség szerinti elkerülése és a nagyobb hidrogénbevitellel járó elektródák alkalmazásának lehetővé tétele.

Mivel másfelől változatlanul fennáll a folyási határ minél nagyobb értékét megkívánó előírás, a kérdés gazdaságossági tartalmat kap és — leegyszerűsített formában — tulajdonképpen úgy fogalmazható meg, hogy:

a) a szűkebb összetételi határok közé szorított acélgyártás, vagy

b) a hegesztési eljárás színvonalának fejlesztésével járó költségráfordítás

jelenti-e a megfelelőbb — tehát a csöveket gyártó és felhasználó vállalatok számára egyaránt legjobb — megoldást.

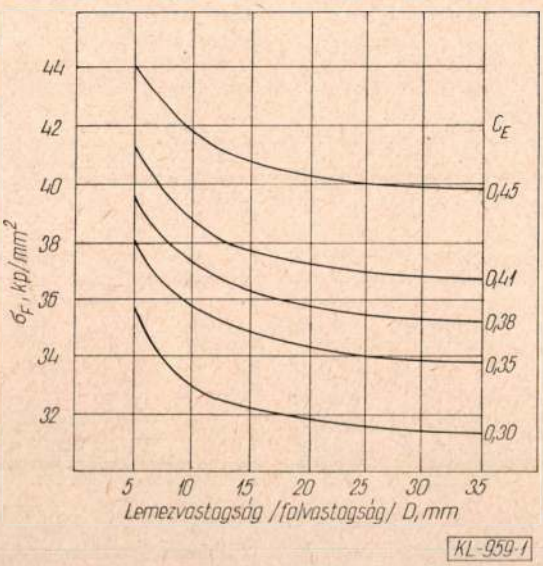
Ötvözetlen acélok esetében, amelyek a C-on kívül legfeljebb Mn-t tartalmaznak számottevő mennyiségben, az (1) egyenlet az egyszerűbb

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} \qquad (2)$$

alakra módosul. Ha a nagyszámú mérésből felállítható

$$\sigma_f = 15{,}7 + 25{,}0\,\frac{1}{D} + 49{,}8\,C_E \qquad (3)$$

regressziós egyenletből megrajzoljuk a $\sigma_f = \varphi(D)$ görbesorozatot *(1. ábra)*, akkor megállapíthatjuk, hogy $C_E = 0{,}41\%$ tartása esetén a legalább 36 kp/mm² folyási határ 5 mm felett bármely szalag- vagy lemezvastagsághoz biztosítható [3].



1. ábra

Ezt a feltételt pl. a

C = 0,20%	Mn = 1,26%
C = 0,19%	Mn = 1,32%
C = 0,18%	Mn = 1,38%
C = 0,17%	Mn = 1,44%

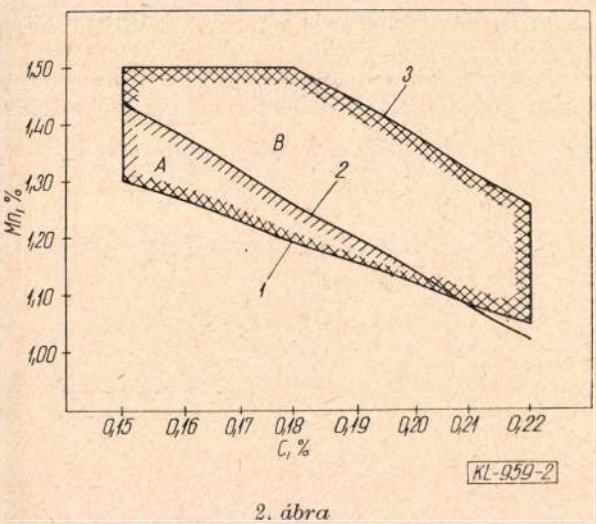
összetételek bármelyike kielégíti.

Az SM-acélgyártás adottságai miatt azonban a C-tartalomban legalább 0,04%, a Mn-tartalomban pedig legalább 0,20% szórással kell számolni. Példaként a C = 0,18% és Mn = 1,38% névleges összetételt alapul véve ez azt jelenti, hogy a
felső határon C = 0,18%, Mn = 1,38%, $C_E = 0{,}41\%$
az alsó határon C = 0,14%, Mn = 1,18%, $C_E = 0{,}34\%$.

Ezen a C_E-értéken a $\sigma_f = 36$ kp/mm² folyási határt — az 1. ábra szerint — már csak az 5 mm-es lemezek (szalagok) mutatják.

A Dunai Vasműben hosszabb idő óta folyó csőacélgyártás tapasztalatait feldolgozva, a *2. ábrán* látható összefüggést kaptuk a Mn- és C-tartalom között.

A diagramm 1. sz. vonala azokat a C- és Mn-értékeket köti össze, amelyek a jelenleg gyártott X52 (API szabvány) minőségű csövekre előírt legalább 36,6 kp/mm² folyási határ biztosításához minimálisan szükségesek.



2. ábra

A 2. sz. vonal a $C_E = 0{,}41\%$, a 3. sz. vonal a $C_E = 0{,}45\%$ esetére vonatkozó C- és Mn-értékeket köti össze. Mindkét esetben figyelembe vettük, hogy a szénegyenértékből legalább 0,02%-ot az egyéb (szennyező, kísérő) elemek foglalnak le, ezért a bármely adott C-értékhez tartozó Mn-tartalmat a

$$Mn = 6\,(0{,}39 - C)\%,$$

illetve

$$Mn = 6\,(0{,}43 - C)\%$$

összefüggésből számítottuk ki.

A Mn-tartalmat az API előírás 1,50%-ban maximálja. Az ábrából jól kivehető, hogy C_E értékének 0,45%-ról 0,41%-ra szigorítása jelentékenyen szűkíti az összetételi szórás területét (*A* és *B*) és ezzel erősen csökkenti a metallurgiai találat biztonságát is. Így pl. a Mn-tartalom szórása C = 0,15% esetén csak 0,14%, tehát nem éri el az acélgyártási szem-

pontból indokolt 0,20%-ot és 0,20% C-nál már gyakorlatilag 0%.

Ahhoz, hogy ilyen előírt vagy meghatározott C_E-értékek tarthatók legyenek, a hazai kohászati vállalatokban jelenleg a következő lehetőségek állnak rendelkezésre:

1. a kísérő- és szennyezőelemek mennyiségének leszorítása;

2. szűkebb összetételi határok tartása;

3. nitrid- és karbidképző ötvöző (vagy mikroötvöző) elemek alkalmazása.

Ezekhez a — csak elvileg rendelkezésre álló — lehetőségekhez azonban hozzá kell tennünk, hogy

a) a kísérő- vagy szennyezőelemek mennyiségének csökkentése általában a folyási határt és a szakítószilárdságot is csökkenti, ami csak ötvözőelemek alkalmazásával (vagy mennyiségük növelésével) ellensúlyozható, ez viszont ismét a C_E-t növeli;

b) a szilárdságot növelő C, Mn és a mikroötvözők beötvözési biztonságát méginkább fokozni kell, mert az ezekre előírt összetételi határértékek túllépése akár lefelé, akár felfelé jelentékeny gazdasági veszteséget okozhat az acélokat gyártó vállalatnak, mivel a szoros összetételi határokból kieső acéladagokat más rendelésekre kell átsorolni.

A mikroötvözésnek a C_E-értékre kifejtett hatása meglehetősen bonyolult. Ennek érzékeltetése céljából vegyük vizsgálat alá az utóbbi időben egyre inkább alkalmazott V hatását. Az (1) egyenlet most

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{V}{5} \qquad (4)$$

alakú lesz.

A irodalom [3] ebben az esetben 272 mérés alapján a folyási határra a

$$\sigma_f = 20{,}1 + 100{,}6\,\frac{1}{D} + 47{,}8\,C_E \qquad (5)$$

regressziós egyenletet adja meg. A tapasztalat szerint azonban ennek az egyenletnek az alkalmazásakor az egyezési arány csak 40,4%, az ötvözetlen acélra vonatkozó (2) egyenlet 85,6%-os arányával szemben. Ez kételyt támaszt arra nézve, hogy az IIW által ajánlott (1) képlet szerinti C_E-érték felhasználható-e a folyási határ számítására, mert valószínű, hogy a V hatását a képlet V/5 tagja nem helyesen veszi figyelembe.

Ezért *Fabian, Zimnik és Petersen* az (5) képlet helyett a jobb egyezési arányt adó új

$$\sigma_f = 0{,}6 + 121{,}6\,\frac{1}{D} + 48{,}2\,C'_E \qquad (6)$$

regressziós képletet ajánlják, ahol

$$C'_E = C + 0{,}34\,Mn + 1{,}15\,V \qquad (7)$$

A (7) képletnek az (1) képlettel való összehasonlításából látható, hogy az IIW képlet a folyási határ számításakor a Mn hatását csak 50%-ban, a V hatását pedig csak mintegy 17%-ban veszi figyelembe.

Úgy tűnik tehát, hogy míg ötvözetlen acélokra a (2) egyenlet szerinti C_E-érték felhasználható a folyási határ meghatározására, addig a vanádiummal ötvözött acélokra a (4) egyenlet nem ad helyes eredményt.

Ez a körülmény felveti azt a kérdést is, hogy egyáltalán helyes-e a folyási határ (és a szakítószilárdság) kiszámítására olyan szénegyenértéket felhasználni, amelynek segítségével az acél hegeszthetőségéről is ítéletet mondunk.

Ismeretes, hogy a már felsorolt hegesztési paramétereken kívül a hegeszthetőségre nagy hatással van a hegesztési eljárás, a varrat mérete és alakja, a varratok felrakási sorrendje, a hegesztendő acélnak és a környezetnek a hőmérséklete, a hegesztés előtti előmelegítés, a hegesztőpálca hidrogéntartalma stb. Minthogy azonban elsősorban a metallurgiai vonatkozások megvilágítása a célom, ezekkel a tényezőkkel itt nem kívánok behatóbban foglalkozni.

Hegesztett távvezetékcsövek gyártására szolgáló acélanyagok

Megjelölés	Kémiai összetétel						
	C	Mn	Si	P	S	Al	V
1. csoport	0,12—0,25	0,25—0,90	<0,55	<0,060	<0,055	>0,02*	—
2. csoport	<0,20	0,90—1,50	0,20—0,60	<0,050	<0,050	>0,02*	—
3. csoport							
3.1. alcsoport	<0,18	1,10—1,60	<0,50	<0,030	<0,030	>0,02*	>0,02
3.2. alcsoport	0,10—0,20	0,90—1,65	0,10—0,55	<0,040	<0,050	>0,02*	—
3.3. alcsoport	0,12—0,18	0,90—1,70	0,17—1,20	<0,035	<0,040	—	—
3.4. alcsoport	0,20—0,26	1,35—1,50	0,25—0,60	<0,040	<0,045	>0,02	—
4. csoport							
4.1. alcsoport	<0,22	<1,25	<1,30	<0,040	<0,050	—	>0,02
4.2. alcsoport	0,17—0,20	1,10—1,70	<0,40	<0,025	<0,025	—	0,05—0,22
4.3. alcsoport	0,18—0,20	1,10—1,40	<0,40	<0,040	<0,040		0,06—0,12
4.4. alcsoport	0,14—0,22	0,50—1,25	0,04—0,40	<0,040	<0,050	>0,02	0,02—0,06
5. csoport							
5.1. alcsoport	0,11—0,21	0,50—1,00	0,20—0,35	<0,035	<0,040	—	—
5.2. alcsoport	<0,15	<0,50	<0,25	<0,030	<0,030	—	—

Nemzetközi ajánlások a hegesztett csövek és csővezetékek anyagainak megválasztásához

Mielőtt a világszerte és nálunk is használatos csőacélok csoportjainak tárgyalására térnék, célszerűnek látom az IIW IX. Bizottságának a csőgyártásra alkalmas acélminőség kiválasztásával kapcsolatos 1969. évi ajánlását áttekinteni.

Az ajánlás szerint hegesztett szerkezetek, így tehát víz-, gáz- és olajtávvezetékek anyagául is, a következő acélcsoportok alkalmazhatók:

A csoport: csak egyszerűbb igénybevételre;

B csoport: hegesztett szerkezetek vagy ezek részei számára, feltéve, hogy vastagságuk nem túlságosan nagy és normális terhelésnek vannak alávetve; ezek az acélok olyan szerkezetekben vagy szerkezeti részekben alkalmazhatók, amelyekben ridegtöréstől nem kell tartani;

C és D csoport: olyan acélszerkezetekben és acélszerkezeti részekben alkalmazhatók, amelyeknél az üzemi vagy a tartóssági körülmények miatt a ridegtörés lehetőségét is figyelembe kell venni; ezek a körülmények természetesen az üzemi hőmérséklettől erősen függenek; a különbség csupán annyi, hogy a ridegtöréssel szemben a *C* csoportbeli acéloknak csak némi, a *D* csoportbelieknek azonban nagy ellenállást kell tanúsítaniuk.

Az ajánlás megjegyzi, hogy több részből álló szerkezet esetén értelemszerűleg mindig a szerkezet adott részének várható terhelési és igénybevételi viszonyait kell figyelembe venni a megfelelő acéltípus kiválasztásakor és nem szükséges az egész szerkezetet a legszigorúbb igénybevételhez szabottan méretezni és előírni.

Az ajánlás végül megadja azokat az összetételi határértékeket is, amelyek tartása a különböző szilárdsági kategóriákban feltétlenül szükséges. Így:

1. a 37—52 kp/mm² szakítószilárdságú kategóriában nem szükséges különleges hegesztési előírásokat adni és tartani, feltéve, hogy C=0,22%, C_E=0,41% és a falvastagság D=37 mm, ha azonban

az *A* és *B* acélokban C=0,22—0,27%
a *C* és *D* acélokban C=0,22—0,24% és
az *E* acélokban C=0,20—0,22%,

továbbá $D > 37$ mm és $C_E < 0{,}41\%$, akkor már különleges hegesztési követelményeket és feltételeket (pl. kis hidrogéntartalmú elektródák használata, hegesztés előtti előmelegítés, meghatározott hőbevitel stb.) kell előírni. Feltétlenül szükséges még az alábbi kémiai összetételi határértékek szigorú tartása:

Acéltípus	max. S%	max. P%
A	0,06	0,08
B és *C*	0,05	0,06
D	0,05	0,05
E	0,04	0,04

2. Az 50—70 kp/mm² szakítószilárdságú kategóriához *1.* pontban felsorolt különleges hegesztési követelményeket akkor kell előírni, ha a kémiai összetétel nem haladja meg az alábbi értékeket:

Acéltípus	C	Mn	Si	S	P
B és *C*	0,22	1,50	0,55	0,05	0,06
D	0,22	1,50	0,55	0,05	0,05
E	0,22	1,50	0,55	0,04	0,04

A szilárdságot biztosító mikroötvözőkre nézve a Nb $\leq$ 0,05% és V $\leq$ 0,15% határértékek tartása kötelező.

Ami a hegesztési viszonyokat illeti, ebben a szilárdsági kategóriában feltétlenül figyelembe kell venni a következőket:

a) a C $\leq$ 0,22% legyen

1. táblázat

szabványos szilárdsági tulajdonságainak határértékei

(adagelemzés) %-ban							Megjegyzés
Nb	Ti	B	Ni	Cr	Cu	N	
—	—	—	—	—	—	—	* Nem általánosan kötelező
—	—	—	—	—	—	—	* Nem általánosan kötelező
—	—	—	—	—	—	—	* Nem ált. kötelező
0,01—0,04	—	—	—	—	—	—	* Nem ált. kötelező
—	—	—	<0,020	<0,03	<0,030	—	
—	0,03—0,05	—	—	<0,30	<0,30	—	
—	—	—	—	—	>0,20	—	
—	—	—	0,15—0,70	—	—	—	
—	—	—	0,30—0,60	—	0,20—0,50	—	
—	—	—	—	—	—	>0,015	
—	—	0,002—0,006			Mo 0,15—0,50		
—	—	—	3,2—3,7				

b) kis hidrogéntartalmú elektródákat kell használni.

Nem kell különleges hegesztési követelményeket biztosítani 1,5%-nál nagyobb Mn-tartalom esetében sem, ha ugyanakkor

$$C_E \leq 0{,}45\%,$$

$$D \leq 25 \text{ mm}.$$

Nem célom az IIW-ajánlás magyarázata vagy bírálata, de annyi mindenesetre megállapítható, hogy az ajánlásban megadott összetételi értékek és határértékek tartása — metallurgiai szempontból — egyetlen acélmű számára sem jelenthet nehézséget.

A hegesztett távvezetékcsövek gyártására szóba jöhető acélfajták

A csőgyártásra és vezetéképítésre kifejlesztett acélfajták és tulajdonságaik részletes ismertetése még akkor sem volna egyszerű feladat, ha ez az ismertetés csak a legelterjedtebb acélokra szorítkoznék. Minthogy azonban ennek az ismertetésnek a célja a csőacélok metallurgiai, elsősorban összetételi tulajdonságainak áttekintése, lehetőség van arra, hogy a sokféle csőacélt kémiai összetételük alapján csoportokba soroljam a jobb és könnyebb áttekinthetőség kedvéért, és az egyes csoportok legfőbb szilárdsági mutatószámait is megadjam, a csoportba sorolt acélfajták szabványaiban előírt határértékek feltüntetésével.

1. csoport: ötvözetlen acélok (ötvözők és mikroötvözők nélkül)

Az ide tartozó szénacélfajták kémiai összetételi határait az *1.*, szilárdsági tulajdonságaik határértékeit pedig a *2. táblázat* mutatja, megjegyezve, hogy a folyási határ és szakítószilárdság értékei a csőgyártás szóba jövő vastagsági méretkategóriáira (3—15 mm) vonatkoznak.

2. táblázat

Hegesztett távvezetékcsövek gyártására szolgáló acélanyagok szabványos kémiai összetételének határértékei

Megjelölés	Folyási határ, kp/mm²	Szilárdság, kp/mm²
1. csoport	20—29	33—50
2. csoport	25—37	42—50
3. csoport		
3.1. alcsoport	35—43	50—64
3.2. alcsoport	37—49	52—66
3.3. alcsoport	35—38	> 50
3.4. alcsoport	36—42	52—62
4. csoport		
4.1. alcsoport	> 35	> 49,2
4.2. alcsoport	43—51	57—80
4.3. alcsoport	39—42	51—68
4.4. alcsoport	> 35	49—62
5. csoport		
5.1. alcsoport	45—70	58—95
5.2. alcsoport	> 36	45—60

Általában csillapított, finomszemcséjű acélok, de van közöttük csillapítatlanul öntött minőség is. Néhány ismertebb acélfajta minőségi és szabványjelét a *3. táblázat* adja meg.

2. csoport: növelt Mn-tartalmú szénacélok (ötvözők és mikroötvözők nélkül)

A csőacélok szilárdságnövelésének egyik lehetősége a Mn-tartalom növelése. Így a C=0,20% határ továbbra is tartható, ami a hegeszthetőség egyik alapvető feltétele. Ugyanez a követelmény az oka a Mn=1,50% felső határértéknek is. A 2. csoport acéljainak kémiai összetételi határait, a szilárdsági tulajdonságait a 2. táblázat foglalja össze. Az összetételi adatokhoz meg kell jegyezni, hogy az amerikai előírások a C-tartalomban kivételesen nagy felső határokat is megengednek; pl. az API Std 5LX szerint

a *B* acélra C $\leq$ 0,26%, ha Mn $\leq$ 1,15%
az *X* 42 acélra C $\leq$ 0,28%, ha Mn $\leq$ 1,25%
az *X* 52 acélra C $\leq$ 0,30%, ha Mn $\leq$ 1,35%,

sőt még a DIN szabványok is megengedik a C $\leq$ 0,22%-os felső határt a Mn $\leq$ 1,50% feltétel egyidejű kikötésével. Mivel azonban az ide sorolható többi minőségben általában C $\leq$ 0,20%, az 1. táblázatban ez az érték szerepel. Ugyancsak nem jelöltem külön a Cr $\leq$ 0,30%, Cu $\leq$ 0,30%, Ni $\leq$ $\leq$ 0,30% határt, amelyet általában a szovjet szabványok, továbbá a (Cr+Cu+Ni+Mo) összesen $\leq$ 0,60% határt, amelyet csak a francia *Creuselso*-előírások kívánnak meg.

3. csoport: növelt mangántartalmú acélok egy mikroötvözővel

Jellemzőjük, hogy a nagy Mn-tartalmon kívül még egy, kisebb mennyiségben jelenlevő, ún. *mikroötvözőt* tartalmaznak. Ez a mikroötvöző rendszerint a ferritben oldódó valamilyen fémes elem vagy metalloid (V, Ti, Si). A mikroötvöző egyúttal növeli a ferrit keménységét és finomítja az acél szemcseszerkezetét, ami a folyási határt és a szakítószilárdságot növeli. Ez lehetővé teszi az ilyen acélok *C-tartalmának 0,20% alatti értékben való maximálását.* A mikroötvöző szerint — ezen a csoporton belül — különböző alcsoportok különíthetők el.

3.1. alcsoport: Mn-V acélok

Elterjedten használják őket távvezetékcsövek gyártására. Finom szövetszerkezetű, jól hegeszthető, kis C-tartalommal is nagy szilárdságú acélok.

Néhány ismertebb minőségüket a *3. táblázat*, összetételi és szilárdsági mutatóik határértékét az 1. és 2. táblázat foglalja össze. Az *X*60 minőségnél C=0,26%.

3.2 alcsoport: Mn-Nb acélok

Ezt az acéltípust a legutóbbi időben fejlesztették ki az USA-ban, de ma már gyakorlatilag minden fontosabb ipari ország acélkatalógusaiban és szabványaiban megtalálhatók és vezetékcsövek anyagaként is alkalmazzák őket. Szerkezetük finomszemcsés, nagy folyási határuk van és σ_f/σ_B vi-

3. táblázat

Hegesztett távvezetékcsövek gyártására szolgáló ismertebb acélok szabványos minőségei

Megjelölés	Szabvány	Az acél minőségi jele
1. csoport	KGSZ 33.91.11—67	A 34 B(MSZ 600—66) 37 C és 37 D (MSZ 6280—65)
	GOSZT 8696—62	VSzT 2 kp, BSzT 3 (A-alcsoport) MSzt 2 kp, MSzt 3 kp (B-csoport) Szt 2, Szt 3 (V-csoport)
	API Std 5LX	A
	DIN 1626	St 34—2, St 37—2, St 42—2
	DIN 17172	USt 34.7, RSt 34.7 és RRSt 34.7 USt 38.7, RSt 38.7 és RRSt 38.7
	Rheinrohr	HSB 40 és HSB 40 S, HSB 45 és HSB 45 S
2. csoport	KGSZ 33.91.11—67	45 B és 52 C (MSZ 6280—65)
	GOSZT 5058—65	09G2, 14G2, 18G2, 15GF
	API Std 5LX	B, X 42, X 52
	DIN 1626 és 17100	St 52—3
	DIN 17172	St 43.7, St 47.7 és St 53.7
	Rheinrohr	HSB 50 és HSB 50 S
	Stahleisen-Werkstoffblatt 089	St E 32, StE 36, StE 39
	Werksoffblatt 110	BH 29
	Creusot	Creuselso 38, Creuselso 42
3. csoport		
3.1. alcsoport	MSZ 6280—71	52 E (tervezet)
	API Std 5 LX	X 60
	Werkstoffblatt 120, 121, 125, 126	BH 36, BH 36S, BH 39, BH 39S
	olasz	Selco 53
3.2. alcsoport	API Std 5 LX	X 60
	Stahleisen-Werkstoffblatt 089	StE 39
	svéd	OX 520, OX 522, OX 525, OX 56
	amerikai	GLX-50-W, GLX-55-W, GLX-60-W
3.3. alcsoport	GOSZT 5058—65	17GSz, 09G2Sz, 10G2Sz, 15GF
3.4. alcsoport	MSZ 6280—65	52 D
	API Std 5LX	X 60
4. csoport		
4.1. alcsoport	amerikai	ASTM A 242—60T, ASTM A 441
4.2. alcsoport	Werkstoffblatt	BH 43, BH 43S, BH 47, BH 47S
	130—141	BH 51, BH 51S
	Creusot	Creuselso 47
4.3. alcsoport	Rheinrohr	45B 51 és HSB 51S
	német (NSZK)	Dillinal 54, 54T, 56, 56T
4.4. alcsoport	német (NDK)	St 52—3S
	amerikai	AWX-50, AWX-55, AWV 50—65
5. csoport		
5.1. alcsoport	svéd	Fortiweld
	amerikai	Ti 1 Type A
5.2. alcsoport	osztrák	Alfrig Ni 3

Megjegyzés: A szovjet acélminőségek jeleit a táblázatban a kiejtésnek megfelelő latin betűkkel jelöltük.

szonyszámuk is nagy. Nb-tartalmuk néhány század %. Jellemzőbb képviselőiket a 3. táblázat sorolja fel, minőségi mutatóik az 1. és 2. táblázatban találhatók. 0,20%-nál nagyobb C-tartalmú fajtáik is vannak, főként az USA-ban. Ezek C-tartalmának felső határa 0,22-0,26%.

3.3 alcsoport: Mn-Si acélok

Különösen a Szovjetunióban elterjedt acélok. Nagy Mn- és Si-tartalmuk, valamint nagy folyási határuk és szilárdságuk különleges hegesztési előírások betartását teszi szükségessé.

3.4 alcsoport: Mn-Ti acélok

Ahhoz, hogy a Ti hatása a szilárdságra és a folyási határra érvényesülhessen, C-on kivül N-nek is jelen kell lennie, amellyel a Ti nitrideket és karhonitrideket alkot és ezek növelik az acél szilárdságát, bár ez a hatás elmarad a V-mé mögött.

4. csoport: növelt mangántartalmú acélok több mikroötvözővel (vagy ötvözővel)

Jellemzőjük, hogy a nagy Mn-tartalmon kívül további két-három mikroötvöző (vagy ötvöző) elemet, vagy metalloidot tartalmaznak kisebb meny-

nyiségben. Ezek hatása összegeződik és így az ilyen acélok szövetszerkezete, szemcsefinomsága és szilárdsági tulajdonságai még kedvezőbbek, mint az előző csoportbeli acéloké.

Teljes felsorolás itt sem lehetséges, de a legismertebb és legelterjedtebb néhány többalkotós acélt az alábbiakban röviden összefoglalom.

4.1 alcsoport: Mn-V-Cu acélok

A már ismert Mn-V acélokhoz képest a Cu jelenléte a kiválásos keményedés következtében még kedvezőbb mechanikai értékeket ad.

Főként Svédországban és az USA-ban ismeretesek. A két legtipikusabb minőséget a táblázatokban találhatjuk. Jellemzőjük, hogy a C-tartalom szokatlanul nagy, bár az amerikai acélokban ez általában gyakori.

4.2. alcsoport: Mn-V-Ni acélok

A nagy Mn- és V-tartalom leírt hatását a Ni, elsősorban a szemcsefinomság és az egyenletesebb karbideloszlás tekintetében tovább fokozza. Ezek az acélok rendkívül nagy szilárdságukkal, folyási határukkal és kis hőmérsékleten is nagy szívósságukkal tűnnek ki. Hegesztésükkor különleges szabályok betartása szükséges. Néhány ismertebb típusukat a táblázatok tartalmazzák.

4.3 alcsoport: Mn-V-Ni-Cu acélok

A szemcsefinomságon kívül a nagy folyási határral és szakítószilárdsággal kapcsolatos előnyöket egyesítik magukban, hegesztésük azonban csak bizonyos rendszabályok betartása esetében szavatolható. Típusaikat és ezek összetételi és szilárdsági paramétereit a táblázatok foglalják össze.

4.4 alcsoport: Mn-V-N-Al acélok

Bevezetésük abból a felismerésből ered, hogy egyes ötvöző- (vagy mikroötvöző) elemek csak nitrogén jelenlétében lehetnek hatásosak, mert nitrideket alkotnak, amelyek a folyási határ és a szakítószilárdság megfelelő növelését idézik elő. Ezek között a „segédötvözők" között első helyen az Al-ot kell említenünk, amelynek különleges hajlama van arra, hogy a nitrogént lekötve finom eloszlású nitrideket hozzon létre, ami — különösen normalizáló izzítás után — igen finom szemcseszerkezetet és ezzel nagy folyási határt és szakítószilárdságot ad eredményül.

A nitrogén vagy Ca-ciánamiddal vagy nagy N-tartalomra dúsított ferroötvözetekkel vihető be az acélolvadékba.

Ebbe az alcsoportba tartozó legismertebb hét acélfajta adatait a táblázatok tartalmazzák.

5. csoport: egyéb csőacélok

A ma használatos csőacélok nagyipari alkalmazás szempontjából szóba jöhető minden minősége beleillik az előző 4 csoport valamelyikébe. Különlegesen nagy igénybevételek (nagy nyomás, tartósan kis hőmérséklet, dinamikus terhelés, stb.) szükségessé tehetik a felsoroltakénál igényesebb összetételű acélok alkalmazását. Ezt a szükségességet a műszaki követelmények és a gazdaságossági szempontok összehangolása alapján lehet eldönteni.

Ebben a csoportban — elvileg — minden, az előzőkben fel nem sorolt acélminőséget meg lehetne ugyan említeni, de ezek részletezése túlságosan sok helyet igényelne.

A legfontosabbak az alábbiak:

5.1 alcsoport: B-Mo acélok

Ezeket az acélokat, amelyeket az USA-ban és Angliában fejlesztettek ki, az jellemzi, hogy B-tartalmuk miatt a perlit-fokozatban egyébként bekövetkező átalakulás már kisebb lehűlési sebességen is késik. Hengerlés után szilárdsági tulajdonságaik jók, már viszonylag kis lehűlési sebesség is bainites szövetet ad.

Jellemző adataikat az 1—3. táblázatok tartalmazzák.

5.2 alcsoport: Ni-acélok

Különleges (pl. nagyon kis hőmérsékletű és tartós) igénybevételek esetére fejlesztették ki a számottevőbb mennyiségben csupán Ni-t tartalmazó cső-acél fajtákat. Bár ezek számos változata ismeretes, az 1—3. táblázatokban példaképpen csak az osztrák Alfrig Ni 3 jelű acél tulajdonságait sorolom fel. Ezek az acélok főként nagy hideg ütőmunkájukkal tűnnek ki, ezért elsősorban gyors párolgásnak, illetőleg elgőzölgésnek kitett folyékony szénhidrogének tárolására és vezetésére szánt berendezések és műtárgyak gyártására alkalmasak.

A hegesztett acélcsövek hazai alapanyagának gyártásával kapcsolatos fontosabb metallurgiai előírások

Ami a távvezetékcsövek jelenlegi hazai gyártás illeti, a feladat most a *Barátság II.* kőolajvezetékhez szükséges 8, illetőleg 9,5 mm falvastagságú, 610 mm átmérőjű, *X*52 acélból készült, spirálisan hegesztett acélcsövek előírt minőségben történő gyártása.

A gázcsövek műszaki szállítási feltételei tárgyában a csöveket gyártó Dunai Vasmű és a felhasználó Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt között korábban megkötött szerződés szerint a csőgyártáshoz felhasznált alapanyag vegyi összetételének (a szerződésben idézett KGSZ 33.91.11-67, az MSZ 500 és az MSZ 6280 iparági, illetőleg országos szabványok alapján) ki kell elégítenie az alább előírt fokozatokat, illetőleg határértékeket a C- és Mn-tartalom tekintetében:

	C-tartalom %	Mn-tartalom %
a)	0,15—0,16	1,25—1,50
b)	0,17—0,18	1,20—1,50
c)	0,19—0,20	1,15—1,40
d)	0,21—0,22	1,00—1,30

Ami a többi alkotókat illeti, előírás szerinti mennyiségük a következő lehet:

$$\begin{aligned} Si &\rightleftharpoons 0{,}25—0{,}50\% \\ P &\leqq 0{,}040\% \\ S &\leqq 0{,}040\% \\ V &\leqq 0{,}060\% \\ Al &\leqq 0{,}020\% \end{aligned}$$

Ha a szénegyenértékre hatással levő elemekre 0,02%-nyi szénegyenérték-hányadot lefoglalunk,

akkor a C- és Mn-tartalom fenti értéksávjaihoz a következő C_E értékek adódnak:

a) $C_E = 0{,}34—0{,}39$
b) $C_E = 0{,}35—0{,}41$
c) $C_E = 0{,}36—0{,}41$
d) $C_E = 0{,}36—0{,}42$

Valamennyi fokozat szénegyenértéke rendkívül kicsi és messzemenően megfelel a hegeszthetőség érdekében támasztott ilyen követelményeknek, sőt jelentékenyen jobb náluk.

Az előírt folyási határ min. 36,6 kp/mm², a szakítószilárdság pedig min. 52 kp/mm². A már említett acélműi találati biztonsággal az acéladagok gyártása közben számolni kell közepes C- és Mn-tartalmú adagok keletkezésével, sőt azzal, hogy az adagok zöme éppen ebbe a koncentráció-mezőbe fog esni. Ez indokolja, illetőleg teszi szükségessé a V-mal való mikroötvözést.

Az adagok betétjének berakása és a tulajdonképpeni acélgyártás a DV-ben szokásos általános — az ún. *csillapított* acélokra jellemző — előírás szerint történik.

A metallurgiai gyártási előírás részletesen intézkedik:

1. a tiszta fővés időtartamáról;

2. a kemencében történő ún. *előzdezoxidálás* időpontjáról, valamint az ehhez szükséges dezoxidálószerek összetételéről, mennyiségéről és adagolásuk sorrendjéről;

3. a végsalak bázicitási fokáról;

4. a kemencében, üstben, illetőleg kokillában végrehajtandó dezoxidálás rendjéről, a dezoxidálószerek jellegéről, mennyiségéről, valamint beadásuk sorrendjéről és helyéről;

5. a csapolás időpontjáról;

6. az öntés módjáról és sebességéről;

7. a folyékony acél öntése közben a minőségre ható intézkedések tartásáról.

A gyártástechnológiai előírások minden munkafázishoz előírják az ellenőrzés módját és gyakoriságát is.

Ez azt a célt szolgálja, hogy már a gyártás metallurgiai fázisában biztosítani lehessen ezektől az acélcsövektől jogosan elvárt tulajdonságokat.

Vezetékesövek acélanyagainak továbbfejlesztése

Az egyre növekvő minőségi és igénybevételi követelmények kielégítésére való felkészülés szándékától vezettetve, a Dunai Vasmű megkezdte — mind kutatási, mind üzemi nagyságrendben — azokat a kísérleteket, amelyek célja az MSZ 6280-71 J szerinti 52E minőségű acél, az API szerinti *X*60 és *X*70 minőségű acél, a 0,5—1,5% Ni ötvözésű, továbbá a csak Nb-mal mikroötvözött acélok kifejlesztése és gyártástechnológiájuk meghatározása. A kísérletek eddigi eredményei feljogosítanak arra a feltevésre, hogy ezek az acélok, ha a felhasználók igénylik, nagyüzemi technológiával is gyárthatók lesznek.

IRODALOM

[1] Commission IX, Sub-Commission G: Techn. Rep. 1967. IIW Doc. IX—535—67.

[2] Lloyd's Register of Shipping: Rules and regulations for the construction and classification of steel ships. London, 1970. Chapter P 302. 437. o.

[3] *Fabian, K.—Zimnik, W.—Petersen, J.:* Über die Auswirkung von Kohlenstoff-Äquivalentvorschriften bei höherfesten Baustählen auf die Arbeitsweise im Stahl- und Walzwerk. Bleche, Bänder, Rohre 1972. áprilisi *(4)* 136—148. o.

[4] *Adrian — Brühl:* Die Entwicklung der hochfesten schweissbaren Stähle ... Stahl und Eisen 1966. jun. 645-662. o.

A dilatométeres vizsgálatok gazdaságossága

CZINEGE IMRE—SÁROSSY GYÖRGY okl. gépészmérnökök
Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola, Budapest

DK: 620.1.05 : 620.181.4.004.15

A gyakorlati vizsgálati igények nem mindig követelik meg a legkorszerűbb, költséges nyugati dilatométerek teljesítőképességét. Gondos hibaelemzés alapján megállapíthatók a valóban indokolt paraméterek. A legtöbb igényt kielégítő, villamos regisztrálású dilatométerek hazai körülmények között is előállíthatók.

A fémekben és ötvözetekben végbemenő átalakulások tanulmányozására évtizedek óta eredményesen használják a különféle *dilatométereket.* A dilatációs vizsgálatok részleteivel, az alkalmazás lehetőségeivel és az értékelési módszerek fejlesztésével az újabb irodalom is sokrétűen foglalkozik [1—5]. Ennek megfelelően a legtöbb fémtani kutatóhely és üzemi laboratórium egyaránt törekszik korszerű dilatométerek üzembeállítására.

A vizsgálatokkal kapcsolatos igények kielégítésére számos berendezést fejlesztettek ki és hoztak, illetve hoznak kereskedelmi forgalomba. A régebbi eszközök egyszerűbbek és ennek megfelelően olcsóbbak is voltak. Elmozdulást érzékelő rendszerük mechanikus (emelőkaros, mutatós) vagy optikai elven alapult; a kemencék szabályozását, a hőmérséklet mérését és a regisztrálást is egyszerű eszközökkel oldották meg. Az ilyen berendezések korszerűsített változatait ma is gyártják, de méltatlanul a háttérbe szorultak.

A korszerű dilatométereket a villamos mérés- és szabályozástechnika eredményeinek alkalmazásával fejlesztették ki. A próba méretváltozását rendszerint villamos elmozdulásérzékelőkkel, a hőmérsékletet termoelemekkel mérik. Az eredményeket így (esetleg többcsatornás) villamos kompenzográfokkal, vagy koordináta-írókkal közvetlenül regisztrálhatják. A próba szabályozható atmoszférájú, programozható fűtésű és hűtésű, különleges kemencékben foglal helyet.

A fokozott minőségi követelményeknek megfelelően a berendezések nagyon drágák lettek

(10—15 000 USA-dollárba kerülnek) és általában csak tőkés importból szerezhetők be. Ezek a körülmények jelentősen nehezítik azt, hogy minden olyan laboratóriumban rendelkezésre álljon a dilatométer, ahol szükség lenne rá. Dolgozatunk célja ezért az, hogy *megvizsgálja a jellemző mérési igényeket, egybevesse azokat a kereskedelmi forgalomban levő berendezések teljesítőképességével, s megállapítsa a szokásos vizsgálatokhoz szükséges műszerek valóban indokolt méréstechnikai paramétereit.* Ezáltal végeredményben az olyan, egyszerűbb dilatométerek jellemzőit határozzuk meg, amelyek a vizsgálatok információtartalmát még érdemben nem csökkentik, de esetleg hazai körülmények között, a jelenlegieknél olcsóbban építhetők meg.

A kereskedelmi forgalomban levő dilatométerek

A legtöbb, anyagvizsgáló műszereket gyártó cég dilatométereket is hoz forgalomba. Ennek az a magyarázata, hogy a korszerű műszereket az építő szekrény elvén építik, s a dilatométerekhez szükséges főbb részek, az elmozdulás és a hőmérséklet mérése, a szabályzás és az egyeségesített, esetleg erősített jeleket regisztráló villamos író-műszerek más vizsgáló eszközökben ugyanígy nélkülözhetetlenek. A dilatométerek tehát bizonyos értelemben csak alkalmazásai az esetleg más célra költségesen kifejlesztett egységeknek.

A gyártó cégek és külkereskedelmi vállalataink előzékenységéből számos kereskedelmi forgalomban levő dilatométer adatait sikerült összegyűjtenünk. Az *1. táblázat*ban hét önkényesen kiválasztott, jellemző dilatométert sorolunk fel; a kiválasztás semmiképpen sem jelent más típusokkal szemben értékítéletet. Valamennyi felsorolt műszer az utóbbi tíz évben készült, legtöbbjük ma is kapható.

1. táblázat

A kiválasztott gyári dilatométerek és típusjelük

Sorsz.	Gyártó cég	Típusjel	Regisztráló rendszer
1.	SADAMEL (Liechtenstein)	DMT	mechanikus
2.	SADAMEL (Liechtenstein)	DP	optikai
3.	E. LEITZ (NSZK)	UBD	optikai
4.	SADAMEL (Liechtenstein)	18 A	villamos
5.	NETZSCH (NSZK)	402 E	villamos
6.	ADAMEL (Franciaország)	DITIRC	villamos
7.	LINSEIS (NSZK)	L 75	villamos

Az 1. táblázat szerinti műszerek főbb műszaki adatait a *2. táblázat*ban állítottuk össze. Az adatok összehasonlításakor látható, hogy a mechanikus és optikai rendszerek elsősorban a kisebb nagyítású

2. táblázat

Az 1. táblázat szerinti dilatométerek főbb adatai

Sorsz.	Elmozdulásmérés				Hevítő rendszer		
	Elv	A próba mérete, mm	Mérés-határ, mm	A nagyítás mértéke, ×-os	A kemence max. hőmérséklete, °C	Szabályozási lehetőségek	Kemence atmoszféra
1.	Mechanikus, abszolút és differenciál	65	1 és 2	142; 73	1100	Programozott felfűtés és állandó hőmérséklet	Semleges gáz; só vagy fémfürdő
2.	Optikai, abszolút és differenciál	50	0,3 0,6 1,2	600 300 150	1100	Programozott felfűtés és állandó hőmérséklet	Vákuum vagy semleges gáz
3.	Optikai, abszolút és differenciál	50, 40 20, 10	0,1—3,4	50, 100 200, 400 800, 1600	1150	Programozott felfűtés és állandó hőmérséklet	Vákuum vagy seml. gáz
4.	Induktív, abszolút	50	0,0625—5 7 fokozat	4000—50	1100 1600	Programozott felfűtés és állandó hőmérséklet, max. hevítés 1000 °C/min.	Vákuum vagy seml. gáz
5.	Induktív, abszolút	10—20 20—40 25—50	0,01—10 12 fokozat	10 000—25	1320 1550	Programozható fűtés és hűtés	Vákuum vagy seml. gáz
6.	Induktív, abszolút	30	0,03—5	50—7000 folyamatos	1050	Programozható hevítés	Vákuum vagy seml. gáz, só és fémfürdő
7.	Induktív, abszolút	50	0,005—10 folyamatos	10 000—0 50 000—0	1100 1700 2200	Programozható hűtés	Vákuum vagy seml. gáz

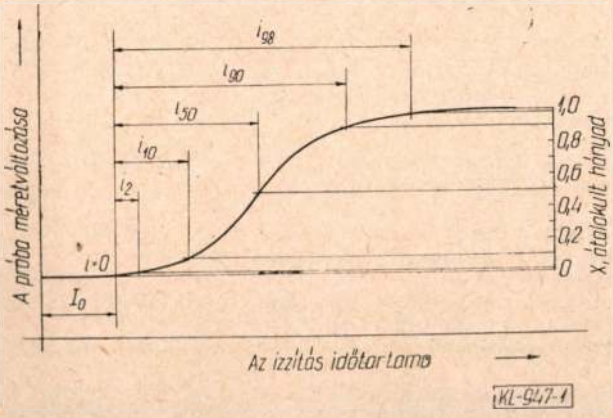
műszerekben használatosak, míg a nagy felbontóképességű, rugalmasan változtatható méréshatárú készülékek mind villamos elven épülnek fel. A villamos dilatométereknek sok különleges tartozéka van; ezekkel a legkülönbözőbb hőkezelési folyamatok modellezhetők és vizsgálhatók az abszolút nulla fok közeléből 2000 °C-nál is nagyobb hőmérsékletekig.

A dilatométerek műszaki adatait elemezve az is megállapítható, hogy a gyártó cégek legfőbb törekvése a műszerek univerzális jellegének, sokoldalú felhasználhatóságuknak; egy bizonyos fokú maximalizmusnak a biztosítása volt. Ez az alapjában véve helyes törekvés azonban nem egyértelműen gazdaságos. A műszerekbe beépített (és megfizetett) többletlehetőségek ugyanis a felhasználó számára veszteséget jelentenek, ha azokat nem használja ki.

A mérési tartomány

A táblázatokban ismertetett villamos dilatométerek méréshatára széles tartományban *0,01—10 mm* között változtatható. A dilatométeres vizsgálatokkal foglalkozó szakirodalom alapján azonban könnyen megállapítható, hogy a fémtani méréseknek legalább 75%-ában a meghatározandó méretváltozás *0,2 mm*-nél nagyobb, 15%-ban a méretváltozás *0,05—0,2 mm* közé esik, és csak legfeljebb az esetek 10%-ában kell *0,05 mm*-nél kisebb méretváltozásokat regisztrálni.

Vasötvözetek átalakulásainak vizsgálatakor – saját tapasztalataink szerint is —, a *0,3—0,5 mm* körüli méréshatárra van szükség, ami 500—1000-szeres nagyításnak felel meg. Ezek az adatok elsősorban a mechanikus és az optikai dilatométerekre jellemzőek; a villamos dilatométerek érzékenysége lényegesen nagyobb. A mechanikus és az optikai rendszerek nagy hátránya azonban, hogy bonyolult szerkezetűek, a próba gyors hevítése és hűtése nehézkes, emellett a regisztrálás és a regisztrátum értékelése sokkal körülményesebb, mint a villamos regisztrálás esetében. (Villamos regisztráláskor elmarad a közvetlen leolvasás, a fényérzékeny papír vagy film kezelése, előhívása stb.) A fejlődést figyelembe véve ezért feltétlenül célszerű a továbbiakban a kis- és közepes méretváltozásokat is



1. ábra. Izotermás átalakulás dilatáció—idő-görbéjének kiértékelése

villamosan követni. Az irodalmi adatok és saját tapasztalataink szerint pedig *a leggyakrabban előforduló vizsgálatokhoz a 0,2—0,5—1 mm méréshatárokat kell biztosítani.*

A műszerek pontossága

A dilatométeres vizsgálatokkal foglalkozó irodalom több kiértékelési módszert javasol a különböző folyamatokról készített dilatogramok elemzésére [2, 4]. Az alábbiakban a két leggyakrabban előforduló vizsgálatfajta, az *izotermás mérések* során felvett, fekvő „S" alakú szigmoid-görbe példáját, valamint a *változó hőmérsékletű vasötvözetek* $\gamma \rightleftharpoons \alpha$ — *átalakulásai*ról készülő dilatogramok példáját vesszük közelebbről szemügyre.

Izotermás mérések

A dilatométeres vizsgálatok egy jelentős csoportja állandó hőmérsékleten végbemenő folyamatok vizsgálatával foglalkozik. Ilyen mérések szükségesek az acélok izotermás átalakulási diagramjainak meghatározásakor, feloldódási folyamatok vizsgálatakor, fehéren dermedt öntöttvasak grafitosító temperálásakor stb. E dilatogramok jellemző példáját az *1. ábra* mutatja a méretváltozást a hőntartási idő függvényében a már említett szigmoid-görbe írja le.

A dilatogram kiértékelésének hagyományos módja az ábra szerint a következő: a dilatáció egészét 100%-nak véve, elkészítjük az X átalakult hányaddal arányos skálát. Ennek vonalai a regisztrált görbéből kimetszik a példaként berajzolt 2, 10, 50, 90 és 98% átalakult mennyiséghez tartozó i időértékeket. Így egy izoterma mentén megkapjuk például az állandó hőmérsékletű γ—α-átalakulás néhány pontját, a gyakorlat számára megfelelő pontossággal.

A hagyományos kiértékelés hibájára az alábbi gondolatmenettel következtethetünk: Az 1. ábrán bemutatott izotermás folyamatok az

$$X = 1 - e^{-ki^n} \tag{1}$$

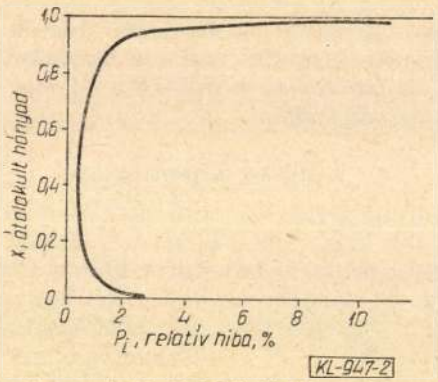
alakú *Avrami*-egyenlettel jellemezhetők, ahol X az átalakult mennyiség, k és n a folyamatra jellemző állandók, i pedig az idő. Ha a függőleges tengelyen az X mennyiség kijelölési bizonytalansága $\mathrm{d}X$, akkor ez az időparaméter meghatározásában $\mathrm{d}i$ hibát okoz. Ez utóbbi nagysága az (1) egyenletből

$$\mathrm{d}i = \frac{\mathrm{d}X}{n(1-X)\left(\frac{1}{k}\right)^{-\frac{1}{n}}\left(\ln\frac{1}{1-X}\right)^{1-\frac{1}{n}}} \tag{2}$$

A relatív hiba nagyságát a 99%, átalakult mennyiséghez tartozó időérték felhasználásával számíthatjuk:

$$P_i = \frac{\mathrm{d}i}{i_{99}} = \frac{1}{\left(\ln\frac{1}{1-0{,}99}\right)^{\frac{1}{n}}} \cdot \frac{\mathrm{d}X}{(1-X)\left(\ln\frac{1}{1-X}\right)^{1-\frac{1}{n}}} \tag{3}$$

A *2. ábrán* megrajzoltuk a P_i relatív hiba és az X átalakult mennyiség közti függvénykapcsolatot. A számítás és az ábra alapján több fontos következtetést vonhatunk le:



2. ábra. Izotermás átalakulásról felvett dilatogram grafikus kiértékelésének hibája

a) A relatív hiba nagysága nem függ k-tól, azaz a vízszintes irányú nagyítás mértékétől, tehát nem célszerű indokolatlanul hosszú regisztrátumot felvenni.

b) Ha $X \to 0$ és $X \to 1$, akkor $P_i \to \infty$; tehát a folyamat kezdetének és végének időparamétere elvileg csak végtelen nagy hibával jellöhető ki, ha $dX \neq 0$.

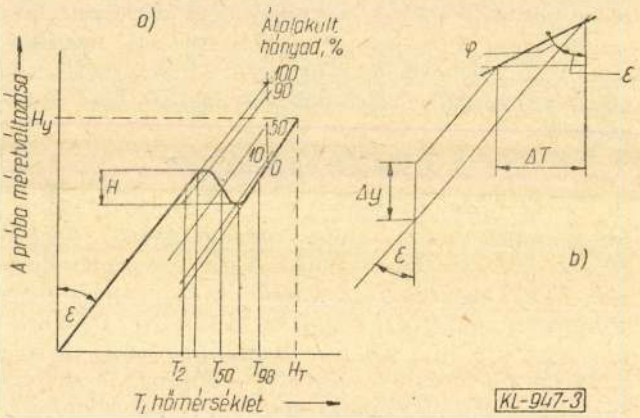
c) Átlagos regisztrátumot feltételezve, az 1% átalakult mennyiség meghatározásának relatív hibája *2,35%*, a 99%-é pedig *10,8%*. A folyamat kezdetének és végének tekintett 1% és 99% átalakult mennyiség tehát nem azonos hibával jelölhető ki.

d) A dilatáció- és hőfokmérés pontosságával egyenértékű, 1%-nál kisebb értékelési hiba a *3—80%* átalakult mennyiségekhez tartozó szakaszon lehetséges. Ezenkívül a kiértékelés hibája nagyobb a mérési pontatlanságoknál.

A mérési pontossággal egyenértékű kiértékelést ily módon csak kombinált grafikus-számító módszerrel lehet végezni. A 3—80% átalakult mennyiségekhez tartozó szakaszon kijelölünk 5 összetartozó pontpárt és azok felhasználásával határozzuk meg a pontokra simuló görbe I_0, k, n paramétereit, valamint az $X = 0$ és $X = 1$ értékhez tartozó két ordinátát. Megjegyzendő, hogy az Avrami-egyenlet felhasználásával egy-egy speciális mérési feladathoz egyszerűbb értékelési módszer is kidolgozható, ha a folyamat valamelyik jellemzőjét ismertnek tekintjük [4]. Az egyszerűsítő feltevések figyelembevételével kidolgozott értékelés pontosságát azonban hasonló módszerrel ellenőrizni kell.

Változó hőmérsékletű próba

A folyamatos hűtés során végbemenő $\gamma \to \alpha$-átalakulás kiértékelési hibáit a *3. ábrán* látható, egyszerűsített diagram segítségével vizsgáljuk. Az átalakult mennyiségekkez tartozó hőfokértékek kijelölését a *3a ábra* mutatja. Az 1%, illetve 99% átalakult mennyiségek meghatározásának bizonytalan-



3. ábra. Folyamatos hűtés közben lejátszódó γ—α-átalakulás dilatáció-hőmérséklet görbéjének kiértékelése (a) és az értékelés hibája (b)

ságát a *3b ábra* elemzi. Ha a %-érték kijelölésének bizonytalansága Δy, akkor ez a vízszintes tengelyen

$$\Delta T = \Delta y \frac{\sin \varepsilon \cdot \sin (\varepsilon + \varphi)}{\sin \varphi} \qquad (4)$$

hibát okoz. A T irányú relatív hiba, ha H_T a legnagyobb hőmérséklettengelyen, H_y a legnagyobb dilatációtengelyen mért kitérés

$$P_T = \frac{\Delta T}{H_T} = \frac{\Delta y}{H_Y} \cdot \frac{\cos \varepsilon \cdot \sin (\varepsilon + \varphi)}{\sin \varphi} \qquad (5)$$

($H_T = H_Y \cdot \operatorname{tg} \varepsilon$ közelítéssel.) Szélsőérték számítással a relatív hiba képletéből meghatározható az az ε

Saját építésű dilatométerek és rendeltetésük *3. táblázat*

Sorsz.	Megnevezése	A dilatométer építője	Rendeltetése	Üzembentartója
1.	Egycsatornás, konvenciánolis	Vaskút* +BDGMF**	Acélok folyamatos hűlése közben végbemenő átalakulások és hőtágulási együtthatók vizsgálata	Vaskút
2.	Hatcsatornás, izotermás	Vaskút BDGMF	Fehéren dermedt öntöttvasak grafitosodásának vizsgálata	Vaskút
3.	Kétcsatornás, univerzális	BDGMF	Ötvözetekben tartós izzítás hatására végbemenő folyamatok vizsgálata és általános feladatok	BDGMF
4.	Kétcsatornás, univerzális	BDGMF	Ötvözetekben tartós izzítás hatására végbemenő folyamatok vizsgálata és általános feladatok	BDGMF
5.	Hatcsatornás, izotermás	BDGMF	Öntöttvasak temperálhatóságának üzemi, gyártásközi minősítése	ÖV. Soproni Vasöntödéje

* Vasipari Kutató Intézet, Fémtani Osztály, Budapest
** Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola, Mechanikai Technológiai Tanszék, Budapest

4. táblázat

A 3. táblázat szerinti, saját építésű dilatométerek főbb adatai

Sor-sz.	Elmozdulásmérés				Hevítőrendszer		
	Elv	A próba mérete, mm	Mérés-határ, mm	Nagyítás mértéke, ×-os	A kemence max. hőmérséklete, °C	Szabályozási lehetőségek	Kemence-atmoszféra
1—3.	Induktív, abszolút dilatométer	25—30	0,05—2,5 folyamatos	5000—100	1100	Állandó hőmérséklet	Semleges gáz
4.	Nyúlásmérő ellenállás, absz. dilatométer	25—30	0,2—1	1250—250	1100	Programozható hűtés és fűtés	Semleges gáz
5.	Nyúlásmérő-ellenállás, absz. dilatométer	25—30	0,25 0,5 0,75 1	1000—250	1100	Programozható fűtés és hűtés	Semleges gáz

meredekség, amellyel kiértékelés szempontjából optimális regisztrátumot kapunk. Ez

$$\varepsilon = 45° - \varphi/2 \qquad (6)$$

értékre adódik, tehát közel azonos nagyítást kell mindkét tengelyen használni. Méréstechnikai számítások alapján 150 mm-es regisztrátum-szélességet és 0,3 mm vonalvastagságot feltételezve

$$\varepsilon = 45° \quad \varphi = 10° \text{ esetén } P_T = 2\% \quad \varphi = 5° \text{ esetén } P_T = 3{,}7\% \qquad (7)$$

A gyakorlatban 1% és 99% átalakult mennyiséghez $\varphi < 5°$ szögérték tartozik. A folyamat kezdetének és végének kijelölési bizonytalansága tehát 3—4% lehet, amely például γ—α-átalakulás vizsgálatánál 30—40° C eltérést okozhat.

Ha tehát a regisztrátum kiértékelési hibája például 4%, és a mérőrendszer pontatlansága 2%, akkor négyzetes hibaösszegeződést feltételezve a vizsgálat eredő hibája *4,47*%. A mérőrendszer hibáját felére, tehát 1%-ra csökkentve, az eredő hiba csak 4,13%-ra, mindössze 8%-kal csökken. Ez nem áll arányban a pontosabb műszer lényegesen nagyobb beruházási költségével.

Általános következtetések

A fentiekből látható, hogy a korszerű, nagy pontosságú és nagyon drága műszerek alkalmazása csak akkor gazdaságos, ha a mérőrendszer által biztosított műszaki lehetőségeket maximálisan kihasználjuk. Ilyen fokozott érzékenységű és pontossági igényű mérések elsősorban az alapkutatásokban szükségesek, erre a célra tehát az 1. és 2. táblázatokban ismertetett jellegű, korszerű villamos dilatométereket lehet alkalmazni. A korszerű műszerek alkalmazása viszont igényli, hogy a kísérlet összes körülményeit a dilatométerrel azonos pontossági szinten tartsuk, és a regisztrátumokat lényegesen pontosabban értékeljük, mint ahogyan ez a hagyományos értékelési módszerek révén szokásos.

Amennyiben viszont a mérési tartomány alsó határára és a pontosságra vonatkozó követelmények nem túlzottan szigorúak, akkor olyan mérőberendezés munkábaállítása indokolt, amelynek mérési tartománya és pontossága az igényekhez jobban illeszkedik. Így a beruházási költségek csökkennek és a műszeres mérés alkalmazása is szélesebb körben válik gazdaságossá.

Saját fejlesztésű dilatométerek

A Vasipari Kutató Intézet Fémtani Osztályával együttműködve, évek óta foglalkozunk olyan dilatométerek kifejlesztésével, amelyek a fentiek szellemében felelnek meg a különféle fémtani kutatások követelményeinek. Az eddig elkészült műszereket a *3. táblázat*ban foglaltuk össze; valamennyi villamos elven alapszik [6, 7]. A dilatométerek jellemző adatait a *4. táblázat* tartalmazza. Jól látható, hogy saját fejlesztésű dilatométerek ma már mind a kisebb mérési tartományokban (1—3), mind a nagyobb mérési tartományokban (4—5) rendelkezésre állnak. A műszerek pontossága elsősorban a nagyobb hibahatárú mérőerősítők és regisztráló műszerek alkalmazása miatt 2—2,5%-ra tehető. Ezek a paraméterek azonban nem sokkal maradnak el az első két táblázatban szereplő, villamos rendszerű dilatométerek 1,5—2%-os eredő pontosságától. A berendezések ára viszont lényegesen kisebb és ami talán még fontosabb, a fejlesztésüket a hazai kereskedelemben kapható egységek felhasználásával sikerült megoldanunk.

IRODALOM

[1] *Berger, G.:* La dilatometrie differentiele. Dunod Paris 1965.

[2] Transformation Characteristics of Direct Hardening Nickel Alloy Steel—Published by the International Nickel Company (Mond) Limited 1958.

[3] *Fuchs, E. G.:* Giesserei—Rundschau *18* (1971) Nr. 9. 41—46.

[4] *Fuchs E.—Gergely M.:* Gép, *22* (1970) 471.

[5] *Laux, W.:* A króm hatása edzett acélok maradék austenitjének stabilizálódására. Dilatométeres vizsgálat. Előadás a IV. Kohászati Anyagvizsgáló Napokon. Balatonszéplak 1969.

[6] Fehéren dermedt öntöttvasak grafitosodásának vizsgálata. A Vasipari Kutató Intézet 10—2—350/68. sz. kutatási zárójelentése. Budapest, 1970.

[7] Módszer és berendezés kifejlesztése a fekete és a nagyszilárdságú temperöntvények minőségének gyártásközi ellenőrzésére. A Vasipari Kutató Intézet 10—2—088/1969. sz. kutatási zárójelentése. Budapest, 1971.

Hozzászólás

Dr. Horváth János — Zipszer Konrád: Adalékok a rudabányai vasércek értékeléséhez című, a KOHÁSZAT 1970. 8. számában megjelent cikkhez

A „Rudabányai vasércek értékelése" című írásomban — megjelent a BKL — Kohászat 1970. évi 8. számában (p. 344—350) — többször is hangoztattam annak célszerűségét, illetve reményemet, hogy értékelésemet kohászati szakemberek a zsugorítási és nyersvasgyártási folyamat teljességét átfogva kiegészítik.

Dr. Horváth János és *Zipszer Konrád* tárgyi cikkükben — első tekintetre — az általam kidolgozott módszerrel, azonban egészen más feltételek és szempontok alapján ugyan megállapítják a hazai ércek felhasználásának népgazdasági hasznosságát és célszerűségét, mégis több vonatkozásban számításomtól eltérő következtetésekre jutottak.

Vizsgálati szempontjaink és feltételeink különbözőségéről a következőket kell megállapítani. *Számításaim célja a rudabányai vasércek felhasználása hasznosságának távlatilag is érvényes bizonyítása volt* függetlenül a jelenlegi gazdasági szabályozóktól, import ércvásárlás fajtánkénti összetételétől és árától, a zsugorítvány jelenlegi tényleges minőségétől, feltételezve ennek lehetséges fejlesztését és szem előtt tartva a vaskohászat ismert törekvéseit. Ezért a rudabányai ércek viszonylagos műszaki-gazdasági értékét nem a jelenlegi ércelegyben vizsgáltam, hanem az összehasonlító értékelés érdekében feltételeztem tisztán szovjet aglóércből és tisztán szovjet koncentrátumból előállított zsugorítványokat, s e két termékkel állítottam szembe a hazai barnavasérc, ill. dúsított pátvasérc különböző adagolásai mellett keletkező ugyancsak elképzelt zsugorítványokat.

Feltételeztem, hogy a zsugorítványokat a kívánt 1,1 értékű bázikussággal úgy állítják elő, hogy a salak kezeléséhez szükséges MgO tartalommal is rendelkezzenek, holott ma ezt a nagyolvasztóba adagolt nyers dolomittal biztosítják s ennek megfelelően a zsugorítvány bázikussági értékét is alacsonyabban tartják. Feltételeztem, hogy a nyersvas átlagos mangántartalma 0,8-ra csökken és ehhez 60%-os Mn redukciót vettem számításba. A valóságos 50%-os redukció mellett feltételezésem 0,67%-os átlagos Mn tartalmú nyersvasnak felel meg. Ezzel szemben ma — elsősorban különleges célokra (pl. export) — 1,2% Mn tartalmú nyersvasat is gyártanak.

Dr. Horváth János és *Zipszer Konrád* viszont az *elképzelt zsugorítványokat a jelenlegi elegyösszetételre vonatkozó kohósítási költségekkel és import ércárakkal vizsgálták*, de a zsugorítvány minőségi fejlődésével kapcsolatos feltételezéseimet megtoldották a szükséges mangántartalom biztosításával is.

A mangánérceknek a többi ércalkotóval együttesen feltételezett zsugorítása vezetett arra a megállapításukra, hogy a hazai ércek felhasználása a kohói betét fémtartalmának bizonyos csökkenését eredményezi a számításaimban kimutatott fémbetét növekedéssel szemben.

E feltételezésüknek ellentmond a BÉM többszöri hivatalos nyilatkozata, mely szerint az üzem kiépítése nem teszi lehetővé egy újabb ércfajta fogadását, tárolását, de a technológia sem alkalmas egy viszonylag kis mennyiségű — az egész ásványi nyersanyag 1%-át képviselő — adalék egyenletes elkeverésére a zsugorítási elegyben. Ilyen indokkal nem kerülhet szóba a jobbminőségű ankerit felhasználás sem. Ezek alapján számoltam azzal, hogy a zsugorítvány mangánhiányát a nagyolvasztóba adagolt mangánérccel vagy mangán hordozóval pótolják.

Talán elképzelhető lenne a két borsodi kohó egész éves mangánérc szükségletének egyszerre történő zsugorítása. Ez esetben az érc és a bázikusságot biztosító adalék nedvessége, CO_2 tartalma nem kötne le kohótérfogatot. Egy ilyen megoldással azonban szembe kellene állítani a szakaszos gyártás, valamint az érc és zsugorítvány tárolás költségkihatásait.

A *képzelt* ideális *zsugorítványok esetében a jelenlegi költségekből, valamint import ércárakból a rudabányai vasércek* átvételi *értékének* számszerű *levezetése alapjaiban támadható.*

a) Köztudomású, hogy a szovjet alapanyagokat a világpiaci értékükhöz képest jóval alacsonyabb áron kapjuk. A 9 Rb/t magyar határon jelentkező ár — a jelentős tengely szállítást is figyelembe véve — nagyon kedvező. Hasonló minőségű jugoszláv érc ára 9 $/t, algériai ércek ára 6,5—7,5 $/t, mely utóbbiakhoz a magyar határig még 9,1 $/t szállítási költség járul, vagy az indiai ércek esetében 5,03 $/t + 9,86 $/t szállítás.

A szovjet árképzés is egészen egyedülálló. A 9 Rb/t érték 53% vastartalom és 4% nedvesség melletti érték. Vastartalom változás skálája ±0,17 Rb/Fe%, és a nedvesség változást a súly megállapításnál kell figyelembe venni. Ez az árképzés érvényes mind a darabos nyersércre, mind az aglomerált dúsított ércre, mind a flotált koncentrátumra. Vitán felül áll, hogy a vastartalomhoz kapcsolódó árskála nem fedezheti a kizárólag bányaművelési költségeket tartalmazó darabos érccel szemben a különböző dúsítási műveletek költségeit. Ez az ércfajtáktól független lineáris áremelkedés, melyet a dúsítmányok nagyobb nedvességtartalma még mérsékel is, olyan gesztusnak tekinthető, melyet csak a *gazdasági segítés szándéka*, vagy *kölcsönös árucsere előnyök* magyarázhatnak. Éppen ezért a szovjet importérc árak — különösképpen a dúsítmányok esetén — reális értékmegállapításra nem alkalmasak és a hazai ércek árának meghatározásánál nem lehetnek döntőek.

b) Mivel a szovjet import érc túlnyomó része (kb. 70%) aglóérc, ezért a rudabányai ércek alapvetően ezt pótolják. A dúsított pátvasérc által elérhető kohóbetét fémtartalom növekedést — ha ár érték összehasonlítást keresnénk — ehhez kellene mérni. Míg tisztán aglóhematit felhasználás esetén — a jelenlegi, nagyolvasztóba adagolt mangánhordozók mellett — a kohóelegy fémtartalma (Fe+Mn) 45,042%, addig 20% dúsított pát adagolás esetén ez 46,470%, ami azt jelenti, hogy 1 t dúsított pát felhasználása 71,40 kg többlet nyersvas termelést hoz. Ennek értéke maga 175 Ft.

Dr. Horváth János és *Zipszer Konrád* értékszámítása szerint a zsugorítványban a dúsított pátvasérc árértékben ~0,9 t aglóércnek felelne meg. Ez 426 Ft/t, melyhez a nyersvas termelési többlet értékét hozzáadva 601 Ft/t árhoz jutnánk, a kimutatott bekerülési költséggel (534, 81 Ft/t) szemben.

c) A dúsított pátvasérc 11,51% MgO tartalmával tonnánként 576 kg 20% MgO tartalmú dolomitot helyettesít, a barnavasérc 4,27% MgO tartalma alapján 213 kg dolomitot. A jelenlegi nyersvasgyártási gyakorlat szerint a kétféle rudabányai érc felhasználása évi 172 e. t. nyers dolomit adagolását teszi szükségtelenné a nagyolvasztókban. Mivel a dolomit CO_2 tartalma 46%, a rudabányai ércek ma kereken 80 e. t zsugorítvány többlet bevitelét teszik lehetővé a kohóba. Ez közel 40 e. t többlet nyersvas termelést biztosít évente, melyből egy tonna rudabányai ércre 0,091 t esik. Ennek értéke 223 Ft/t.

A fentiek egyértelműen arra mutatnak rá, hogy *a hazai ércek felhasználásának műszaki-gazdasági célszerűségét nem helyes a jelenlegi költségek, importárak alapján vizsgálni.* A hazai ércárak megállapításában — miután felhasználásuk hasznossága ma már nem vitatható — a termelésükhöz szükséges társadalmi ráfordítások játszhatnak elsősorban szerepet.

Nagy figyelemmel kell elemezni *Dr. Horváth János* és *Zipszer Konrád* azon megállapításait, melyek a rudabányai ércek műszaki értékét érintik. Ezek a következők:

1. A réztartalom a felhasználás mennyiségét korlátozza.
2. A csökkenő mangántartalomra irányuló nyersvasgyártás az ércek mangántartalmát értéktelenné teszi.
3. A nagy kéntartalom káros.
4. A báriumtartalom hátrányos.

Ezeknek az összetevőknek a szerepét helyesen a BEM IV. ötéves tervében biztosított teljes ércellátásban ítélhetjük meg, melyet a *táblázaton* mutatok be. A táblázatban az érintett összetevők %-os értéke az összes vasérc mennyiségre vonatkozóan megállapítható (2. sor). Miután az adott ércfajták esetén kiszámítható, hogy 1 t érckeverékből a kívánatos 1,1 bázikusság beállításával 1,114 t zsugorítvány keletkezik, az értékeket a zsugorítványra is kimutathatjuk (3. sor). A kéntartalom alakulásánál figyelembe vettem az elgőzölgés mértékét, a báriumtartalom esetében a barit nagyfokú aprózódási hajlama miatt — egyéb adat híjján — a rudabányai dúsítómű 20—30%-os szállóporban jelentkező veszteségével számoltam.

A BÉM. IV. ötéves tervre biztosított ércmennyiségének egyes összetevői

Sorszám	Ércfajta	Mennyiség ezer t	Réztartalom		Mangántartalom		Kéntartalom		Báriumoxid tartalom		Megjegyzés
			%	t	%	t	%	t	%	t	
1.	Aglohematit Flotált magnetit Barnavasérc Dúsított pátvasérc	8 487 3 617 1 125 1 075	— — 0,20 0,15	— — 2250 1615	0,02 0,02 1,28 2,03	1 697 723 14 400 21 823	0,06 0,05 1,21 1,52	5 092 1 809 13 613 16 340	— — 4,33 3,37	— — 48 713 36 227	A kéntartalom 80—90%-ban elgőzölög.
2.	Összes vasérc	14 304	0,027	3865	0,27	38 643	0,26	36 854	0,59	84 940	
3.	Előállítható 1,1 bázikussági zsugorítvány	16 307	0,024	3865	0,237	38 643	0,052	8 434	0,39	63 705	A báriumtartalom 25%-a a szállóporban elvész.
4.	A zsugorítványból gyártható nyersvas	8 154	0,0474	3865	0,237	19 322			—	—	Mn redukciós hatásfok 50%

A kéntartalom alakulásának levezetése

A zsugorítványba jutó ércből származó kéntartalom (80—90% elgőzölgés):	5 528 t
A zsugorítványba jutó kokszporból származó kéntartalom (1250 et, S = 1,55%, 15%)	2 906 t
A zsugorítványba jutó kénmennyiség	8 434 t
A nagyolvasztók kokszfelhasználásának kéntartalma (5000 et, S = 1,55%)	77 500 t
A nagyolvasztóba jutó teljes kénmennyiség	85 934 t

A zsugorítványból vas + mangántartalma alapján kereken 2 t-ra van szükség 1 t nyersvas gyártásához. Ennek figyelembevételével egyértelműen megállapítható a nyersvas réz- és mangántartalma (4. sor).

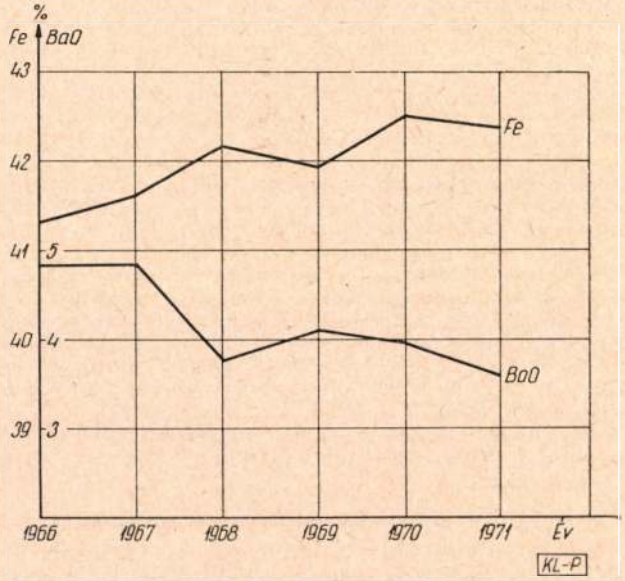
A táblázat összeállításakor a cikkemben szereplő érc minőségi adatokkal számoltam annak ellenére, hogy a dúsított pátvasércre az utóbbi években — a folyamatba tett bányaművelési intézkedések nyomán — csökkenő réztartalom jellemző (1970: 0,135%, 1971: 0,138%).

A számadatok bizonyítják, hogy a BÉM részére biztosított ércféleségekből gyártható nyersvas *réztartalma alatta marad Dr. Horváth János* és *Zipszer Konrád* cikkében megjelölt értékesítési határértéknek *a 0,05%-nak*. Nem világos viszont ennek a határértéknek a származása és indokoltsága, mert az 1968. évtől kötelező érvényű és a KGST javaslattal egyező MSZ 17775—67 sz. szabvány a megengedhető réztartalmat 0,2%-ban határozza meg. Az a megállapítás is levonható, hogy a nyersvas 0,05%-nál esetleg nagyobb réztartalma, egyáltalán nem írható a rudabányai ércek rovására.

Köztudott, hogy a nagyolvasztóba — esetünkben elsősorban a kokszszal — bevitt kénmennyiség miatt mangánra is szükség van. Ez a körülmény határt szab a nyersvas mangántartalma csökkentésének. Véleményem szerint ezt az értéket aligha lehet a rudabányai ércek felhasználásából származó 0,237% alá csökkenteni. Ez esetben viszont *a hazai vasércek mangántartalma értékes összetevő*, melyet ha hiányozna a IV. ötéves terv során csak 210 e. t úrkuti karbonátos ércel vagy 480—500 e. t martin-salak adagolással lehetne pótolni.

Való igaz, hogy *a rudabányai ércek kéntartalma* sokszorosa a szovjet import érceknek. Ennek ellenére a táblázatból és a kénmennyiségek számításából egyértelműen kiderül, hogy *jelentéktelen mennyiségű*. A IV. ötéves terv során a vasércekből és kokszból a nagyolvasztóba jutó 86 e. t kénnek csupán 5,2%-a, mindössze 4,5 e. t származik a hazai ércekből.

A *báriumtartalom* kohászati hátrányainak megítélésére a táblázat számértékei felvilágosítást adhatnak. *A teljes vasérc mennyiségre, ill. zsugorítványra* számítható 0,4—0,6% BaO tartalom a salakba ragadott fémtartalom szempontjából *aligha lehet számottevő*. Az a megállapítás, mely szerint a dúsított pátvasérc vastartalmával együtt nő a bárium értéke is, ellentmond a mágneses szeparációval történő dúsítás elvének és a tényleges adatoknak is. A rudabányai dúsítómű fémmérlegei szerint a vas- és báriumtartalom az utolsó hat évben az *ábra* szerint alakult. Világosan érzékelhető a dúsítmány vas- és báriumtartalmának ellentétes alakulása, egyben a báriumtartalom csökkenő irányzata.



A rudabányai dúsított pátvasérc Fe és BaO tartalmának alakulása

Podányi Tibor
okl. bányamérnök
Orsz. Érc- és Ásványbányák

Egyesületi hírek

Egyesületünk elnöksége 1971. december 13-án a budapesti központban ülést tartott.

Az ülést *dr. Gyulay Zoltán* elnök vezette.

A napirend első pontjaként ismertette az egyesületi könyvtár rendezésére vonatkozó javaslatokat, melyeket felkérésre *dr. Kovács Gyuláné*, a NIM Műszaki Könyvtárának vezetője készített.

Ennek alapján foglalkozott az elnökség a könyvtár gyűjtési körének meghatározásával és kialakította azokat a főbb szempontokat, melyek figyelembevételével kezdik annak rendezését és az oda nem tartozó könyv- és folyóirat-állomány selejtezését.

Ezután *Lomniczy Dezső* főtitkár tájékoztatást adott a szeptemberben Várpalotán megtartott választmányi ülés óta végzett egyesületi munkáról, majd ismertette az 1972. évre tervbe vett nagyrendezvények témáit.

Bejelentette, hogy 1972 tavaszán esedékes a 62. tisztújító küldött közgyűlés megtartása.

Az elnökség úgy döntött, hogy a közgyűlést április 21—22-én tartjuk és annak keretében megemlékezünk az Egyesület alapításának 80-ik évfordulójáról is, mely alkalomra emlékérmet veretünk.

Az elnökség felkérte *Tamásy István* alelnököt, hogy az egyes szakosztályok megbízottaiból alakított bizottsággal kezdje meg a tisztújító közgyűlés előkészítését.

Podányi Tibor okl. bányamérnök, a Bányászati Szakosztály elnöke tett ezután jelentést az elnökségnek a Balatonfüreden 1971. szeptemberében megtartott 3. Nemzetközi Bányászati Automatizálási Konferenciáról. Értékelte annak szakmai és társadalmi eredményeit, melyek alapján az elnökség a rendezvényt igen eredményesnek, jól sikerültnek és annak rendezését példamutatónak minősítette.

Lomniczy Dezső főtitkár tájékoztatta az elnökséget, hogy a „Jubileumi évkönyv" kéziratát sikerült egyik vidéki nyomdában elhelyezni, és megjelenése 1972. júniusára várható. Ez a nagy munkával összeállított évkönyv Egyesületünk történetével, fejlődésével behatóan foglalkozik és az Egyesületre vonatkozóan minden lényeges adatot táblázatosan összegyűjtve tartalmazza. Mellékletét képezi a teljes tagnévsor. Összeállításában több mint 100 tagtársunk működött közre.

Elkészült a „Bányászatunk 25 éve" c. album kézirata is, mely elsősorban képanyagával és az ehhez kapcsolódó magyarázó szöveggel, a magyar bányászat fejlődését mutatja be a felszabadulástól számított 25 év alatt.

Dr. Gyulay Zoltán elnök ezután bejelentette, hogy *Csák Tibor* egyesületi titkár közel 10 éves szolgálat után, saját elhatározásából az év végével megválik e beosztásától és az ipar területén, szakmai képzettségének megfelelő munkakörben helyezkedik el. Utóda *Molnár László* okl. bányamérnök, a Bányászati Kutató Intézet dolgozója lesz, aki 1972. január 1-vel veszi át a Titkárság vezetését.

Az elnökség tagjai mindkét tagtársnak eredményes munkát kívántak új munkahelyeiken. *(Hei)*

*

A Vaskohászati Szakosztály jan. 25-én tartott vezetőségi ülésén első napirendi pontként *dr. Tardy Pál* titkárhelyettes ismertette a szakosztály 1972. évi munkaterv- és költségvetés-tervezetét.

Az 1972. évi munkaterv a csoportok javaslatai és igényei alapján került összeállításra. 1972. áprilisában mind a csoportoknál, mind a szakosztályvezetőségnél új, vezetőségválasztásokra került sor. Két nagyobb rendezvény szerepel a munkatervben: áprilisban ónozott lemez szimpózium Budapesten és szeptemberben országos hengerész konferencia Aggteleken. Az év folyamán újabb szakbizottságok alakulnak (nyersvasgyártó, kohászat-történeti, nyelvművelő). Fejleszteni kívánja a szakosztály nemzetközi kapcsolatait az eddigieken túlmenően főleg a Szovjetunió és Ausztria irányában.

Nagy gondot jelent a külföldi utakhoz szükséges deviza előteremtése.

Az 1972. évi költségvetés végösszege azonosan a múlt évivel, 285 000 Ft. Egyes tételekben azonban eltolódás jelentkezik, pl. a pályadíjakra előirányzott összeg csökkenik, a külföldi utakra előirányzott tétel emelkedik.

Néhány hozzászólás után a szakosztályvezetőség az előterjesztett terveket elfogadta.

Második napirendi pontként *Nagy Zoltán* elnökhelyettes az ápr. 21—22-ére tervezett tisztújító közgyűlés előkészítéséről adott tájékoztatást. Ismertette a *Tamásy István* vezetésével működő szakosztályközi előkészítő bizottság eddigi munkáját és tisztújítás során figyelembe veendő elvi célkitűzéseket (a közel 5700 tag arányos képviselete, fiatalok, vidékiek fokozott bevonása).

Ezt követően pontként a beérkezett pályázatok elbírálására, valamint az 1971 folyamán a „Kohászat"-ban megjelent lekiemelkedőbb nívójutalomra érdemes cikkek kiválasztására a szakosztályvezetőség bizottságot alakított *dt. Remport Zoltán* vezetésével. Tagjai: *Éles László, Óvári Antal, dr. Szombatfalvy Árpád* és *dr. Visnyovszky László*. A bizottság munkáját febr. hó végéig befejezi.

Dr. Tardy Pál titkárhelyettes bejelentette, hogy febr. 8—10 közt egy külföldi cég által tűzállóanyag témakörben tartandó előadásra kerül sor Budapesten, Diósgyőrben és Ózdon.

Nagy Zoltán elnökhelyettes bejelentette, hogy a KGMTI-ben új helyi csoport alakult kb. 55 taggal.

Éles László tájékoztatta a vezetőséget az új egyesületi érmek alapítására vonatkozó javaslatokról, amelyeket *Debreczeny Márton, Szentkirályi Zsigmond* és *Délius Kristóf* emlékére alapít az Egyesület. Az érmek elsőízben áprilisban az új tisztújító közgyűlésen kerülnek adományozásra. (OA)

*

Vaskohászati Szakosztályunk KGYV Helyi Csoportja jan. 25-án vezetőségválasztó taggyűlést tartott.

Első napirendi pontként *Farkas Sándor*, a Helyi Csoport elnöke üdvözölte a taggyűlés elnökségében megjelent és az OMBKE-t képviselő *Hammer Ferenc* igazgatót, Egyesületünk alelnökét, valamint a Vaskohászati Szakosztályt képviselő *Óvári Antalt*, a Kohászat főszerkesztőjét, továbbá a taggyűlés résztvevőit.

A megnyitó szavak után *Lantos István*, a Helyi Csoport titkára az elmúlt két év munkájáról számolt be. Beszámolójában megállapította, hogy a csoport az anyaegyesület célkitűzéseinek megfelelő munkaterve szerint végezte munkáját.

Vállalatunkkal való együttműködés műszaki és gazdasági vonatkozású. A havonta rendezett klubdélutánok témáját úgy választottuk meg, hogy a tagság megismerje vállalatunk műszaki fejlesztési feladatait, problémáit, közreműködhessen azok megoldásában, ill. szakmai érdeklődési körüknek megfelelő tájékozottságot és ismereteket szerezhessenek.

A klubdélutánok előadásait követő viták és hozzászólások sok esetben hasznos javaslatokat, megoldásokat tartalmaztak az ott elhangzott témákkal kapcsolatban. Lehetőség nyílt arra, hogy a tervezők, a gyártók, a szerelők és az üzembehelyezők elmondják tapasztalataikat, problémáikat.

Taglétszámunk növekedésével az érdeklődési körök is bővültek. Mindinkább megérik annak feltétele, hogy az egyes problémák megoldására munka-, vagy szakcsoportokat kérjünk fel. A munkabizottságok megszervezésére Vaskohászati Szakosztályunk is megtette a kezdő lépéseket. Az első három munkabizottságban — amely az ország legjobb szakembereit igyekszik összefogni —, helyi csoportunk is képviselteti magát.

Vállalatunk műszaki problémáinak megoldására a csoportunk — természetesen a vállalat anyagi és erkölcsi támogatásával — esetenként pályázatot hirdetett.

A csoport munkákat vállalatunk mindig messzemenően támogatta, külön ki kell emelni a hazai és külföldi tanulmányutak lebonyolításához nyújtott segítséget. Rendelkezésünkre bocsájtotta a vállalati autóbuszt, vállalta az útlevél és külföldi szállás költségeit és a tanulmányúton töltött munkanapokat fizetett távollétnek tekintette.

Lantos István titkár beszámolójának további részében megemlékezett taglétszámunk örvendetes fejlődéséről — induló létszám 26, jelenlegi taglétszám 100 fő —, valamint a lebonyolított hazai és külföldi tanulmányutakról.

Beszámolója befejező részében köszönetet mondott a Vaskohászati Szakosztály alelnökének, *Nagy Zoltán*nak és az Öntödei Szakosztály titkárának, *dr. Vörös Árpád*nak, akik a helyi csoport munkáját messzemenő támogatásban részesítették.

Következő napirendi pontként az eddig végzett jó munkájuk elismeréseként a csoport vezetősége jutalomban részesítette *Barakonyi Ágnes, Kubányi János, Mácsai József, Nagy Ferenc, Peres Sándor, Román István* és *Lantos István* tagtársakat.

A jutalmak átadása után a Vaskohászati Szakosztály nevében *Óvári Antal* kért szót. Felszólalásában pozitívnak értékelte a csoportunk eddigi munkáját megjegyezve, hogy a KGYV Helyi Csoportja az egyik legjobban működő budapesti csoport. A jövőben munkánkhoz további sikereket kívánt az OMBKE és a Vaskohászati Szakosztály nevében.

Ezt követően *Farkas Sándor* a Helyi Csoport vezetősége nevében lemondott és felkérte *Bartha Bertalan* tagtársunkat az elnökség átvételére. Ezután a jelölőbizottság javaslatára újraválasztották elnöknek *Farkas Sándort*, titkárnak pedig *Lantos Istvánt*. A vezetőség tagjainak pedig *Bartha Bertalant, Barakonyi Ágnest, Latinák Istvánt, Mácsai Józsefet, Nagy Ferencet, Peres Sándort* és *Tölgyesi Zolzánt* választották.

A vezetőség megválasztása után az OMBKE küldött közgyűlésén a KGYV Helyi Csoportját képviselő küldöttek megválasztására került sor.

Ezt követően *Farkas Sándor*, a csoport újonnan megválasztott elnöke ismét átvette a taggyűlés elnökségét és az újonnan választott vezetőség nevében köszönetet modott a tagság bizalmáért, majd rövid tájékoztatást adott jövőbeni elképzeléseinkről, feladatainkról.

Az 1972. évi munkatervet *Mácsai József* tagtársunk ismerette.

A szakmai előadások közé *Farkas László* javasolta egy „Külkapcsolataink befolyása műszaki-fejlesztési tevékenységünk végzésére" című előadás beiktatását, egy további javaslat pedig a szakfolyóiratokban megjelent cikkek fokozott ismertetését kérte.

Tölgyesi Zoltán

*

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakcsoportja febr. 1-én egyesületünk előadó termében klubnapot tartott.

Ez alkalommal *Mydlo Antal* okl. kohómérnök tagtársunk „Süllyesztékes kovácsolt alkatrészek korszerű hőkezelése a Csepeli Acélmű Kovácsoló Gyárában" címen tartott vetített képes előadást.

Ismertette a kb. fél éve üzemelő NASSHEUER gyártmányú korszerű hőkezelés berendezést, amely 2—3 kp/mm² pontossággal nemesíti a Kovácsológyár termékeit. A berendezés 600 kg/óra kapacitással, emberi beavatkozás nélkül programvezérléssel teljesen automatikusan végzi és regisztrálja a beadott adagok hőkezelését.

A kezelő munkája a műszerek ellenőrzésére szorítkozik. A berendezés világszínvonalon jelentős önköltség megtakarítással, és minőség javulással üzemel, melyek lehetővé tették azt, hogy a Csepeli Kovácsológyár szigorú minőségi előírásokkal és mérettűrésekkel teljes megelégedésre szállítson több világcég megrendelésére nagy sorozatban kovácsolt hőkezelt alkatrészeket.

Az előadást sok hozzászólás és élénk vita követte, majd a hallgatóság baráti beszélgetésben cserélte ki gondolatait.

Latinák István

Beszámoló külföldi tanulmányútról

A KGYV-csoport lengyelországi tanulmányútja

A KGYV helyi csoportjának 27 tagja 1971. okt. 13—17. között lengyelországi tanulmányúton volt. Először megtekintettük a Krakkó melletti Nowa Huta Martin- és Konverter Acélművét, a Durvahengerművet, a Finomhengerművet és az elektromos csőhegesztő üzemet.

A második gyár — amit tanulmányoztunk — a Zabrzeban levő „Huta Zabrze" volt. Itt az Acélszerkezeti üzem, Kemencegyártó üzem, Acélöntöde, két Vasöntöde megtekintése szerepelt a programban.

Rendkívül szívélyes vendéglátással és szeretettel fogadtak, és igyekeztek a tanulmányutat eredményessé tenni, főleg Zabrzeban, ahol 15 főnyi kísérőről gondoskodtak, akik, minden szakmai felvilágosítást megadtak.

Nowa Huta

A kohászati kombinátot 1949-ben kezdték építeni. Óriási területen (17 km hosszú, 7 km széles) fekszik. Krakow mellé való telepítését a víz és a szén közelsége indokolta. Vasérc szükségletüket a Szovjetunióból fedezik. Az üzem mintegy 30 ezer dolgozót foglalkoztat. A szociális szolgáltatások, a közlekedés kitűnően van megszervezve.

Acéláruk gyártásán kívül külön megrendelésekre építenek kemencéket és egyéb kohászati berendezéseket is. Külön tűzálló téglagyárral rendelkeznek. Az Acélmű két nagy üzemegységre tagozódik: a Martin és Konverter üzemre.

A Siemens-Martin mű, 1955-ben épült. Jelenlegi kapacitása 3 millió t/év. Elrendezésre hasonló a Dunai Vasmű Martin-művének elrendezéséhez. A pódiumon egy 2×200 t kapacitású tandem kemence, mely csehszlovák tervek alapján épült, található. A komence boltozata leemelhető. A kemence tűzálló bélése magnezit és krómmagnezit. A tandem kemence után sorban 8 db egyenként 400 t-ás SM-kemence következik. A folyékony nyersvasat 4 nagyolvasztó biztosítja, melyek közül a legnagyobb 2000 m³-es. A nyersvasat szállító üstök 100 t-ásak. A kemencék olajtüzelésűek.

A csillapított acélok kokilláiba mind a négy oldalon exotermikus sapkabetétek vannak beékelve a felöntések magasságában. A kokillák tisztítását 90 atmoszférás vízzel végzik.

A Konverterműben az első adagot 1966-ban csapolták. Jelenlegi kapacitása 2,5 millió t/év.

A pódiumszinten két darab 110 t-ás és egy 140 tonnás LD konverter áll. Az üzem létszáma 570 fő.

A konverterek bélése két sor dolomitblokkból van falazva. Az átlagos adagtartósság 300. Az átépítési idő 48 óra.

A bélés bontásához egy speciális berendezést használnak, ami kerekeken mozgatható. A bontás műveletét egy hidraulikusan mozgatható lándzsaszerű szerszám végzi. Hegyével belehatol a falazatba, visszafelé mozgatva pedig kirántja a téglákat.

A tűzálló bélést üzemközben nem javítják, elhanyagolható mértékben esetenként torkrettálják. A konverterek felett hőhasznosító kazánok vannak. A betét 20% ócskavasból és 80% folyékony nyersvasból áll. Az átlagos adagidő 55 perc. Adagolás után általában 18 perces oxigén-fúvatást végeznek. Itt 220 m³/perc, 99%-os oxigént használnak fel.

A kivett próbákat csőpostán küldik a központi laboratóriumba, ahonnan a kvantométeres elemzés 4 perc múlva megérkezik.

Az Acélműben termelt kb. 14 t súlyú tuskókat 12 db egysorba telepített nagyterű mélykemencében hevítik fel a hengerlési hőmérsékletre. Egy kemencében 10—12 db tuskót lehet elhelyezni.

Huta-Zabrze

Az üzem 250 éves létesítmény. Három szürkevas öntödéből és egy acélöntödéből áll.

A gyár fő profilja a kohászati gépgyártás, de foglalkoznak ércdarabolókkal, kokszolókkal, ívkemencékkel

és kohászati darukkal is. Az aélöntöde épülőfélben van. A folyékony fémszükségletet egy 5 t-ás ívfényes kemence biztosítja.

A kokilla öntödében acélműi kokillákat gyártanak, a belföldi és külföldi igények kielégítésére törekedve. Összes termelésük 25 ezer t/év. Mintegy 140-féle termék előállításával foglalkoznak 10 t-tól 2—300 kg-os súlyhatáron belül. A kokillák kezdetben gömbgrafitosak voltak, ma már kizárólag szürkevasból készülnek.

A gépöntvény öntödében egyedi és kissorozatú gyártás folyik itt, kizárólag kézi formálással. Zömében nagy üzemek részére. (LI)

Beszámoló külföldi konferenciákról

5. Nemzetközi Betatron Szimpózium

Nemzetközi Atomenergia Bizottság kezdeményezése alapján a román Atomenergia Bizottság 1971. okt. 18—23. közt rendezte Bukarestben az „5. Nemzetközi Betatron Szimpóziumot".

A szimpóziumon 14 állam részéről összesen mintegy 100 szakember vett részt.

Az 50 előadást a rendezőség öt témacsoportba sorolta: I. betatron berendezések fejlesztése, II. nagyenergiájú elektron és foton kölcsönhatása az anyaggal, III. betatron alkalmazása fotóaktivációs analízisra és reoncsolásmentes vizsgálatokra, IV. betatron biológiai és orvosi alkalmazása, V. betatronok telepítése, sugárvédelme.

Szovjet, csehszlovák, román, lengyel, japán szakemberek beszámoltak a szakintézeteikben kifejlesztett vagy kifejlesztés alatt levő betatronokról és ismertették azon műszaki problémákat, amelyek megoldása lehetőséget nyújtott a korábban előállított betatronoknál jobb gyorsítók elkészítésére.

Az előadók szinte egyöntetűen hangsúlyozták, hogy a legnagyobb probléma a betatronok mágneses terének olyan kialakítása, hogy a mágneses tér inhomogenitása mind radiális, mind cirkuláris pozíciókban a minimális legyen.

A betatronok radiográfiai vizsgálatokban történő sikeres felhasználásáról számoltak be a szovjet, csehszlovák, japán, román kutatók.

A betatronok orvosi alkalmazásának területéről jelentős volt *Prof. R. Widerőe* beszámolója, amely arról szólt, hogy az élő sejtek miként szenvedik el a besugárzást, ill. hogy a rákos szövetek sejtjei miként pusztíthatók sugárzással.

Érdekes, hogy a szimpóziumon a legnagyobb sikert *Sz. P. Kapica* (a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Fizikai Problémák Intézete) beszámolója aratta, aki beszámolt Szovjetunióban kifejlesztett mikrotronokról. A mikrotronok a jövőben igen nagy szerepet fognak játszani a defektoszkópiai, a sugárhatáskémiai és aktivációs analitikai vizsgálatok területén.

Varga Károly

Döntés az 1971. évi pályázatokról és az 1971. évi szakcikk-nívójutalmakról

A Vaskohászati Szakosztály vezetősége által kijelölt Bíráló Bizottság javaslata alapján a márc. 28-án tartott Szakosztályvezetőségi ülés az 1971. évi pályázati felhívásra beérkezett pályázatok, valamint a lapunk 1971. évi számaiban megjelent legkiemelkedőbb cikkek szerzőinek nívójutalomban való részesítése ügyében az alábbi döntést hozta:

I. Pályázatok

A beérkezett öt pályázat közül pályadíjat nyert az alábbi három pályázat:

1. *3000 Ft-os pályadíjat nyert* **Gergely Márton** tud. munkatárs (Vasipari Kutató Intézet, Fémtani oszt.) „*Az edzhetőség gyors üzemi minősítése egyetlen néhány grammos próbával*" c. pályázata.

2. *3000 Ft-os pályadíjat nyert* **dr. Károly Gyula** tud. munkatárs (Nehézipari Műszaki Egyetem, Vaskohászattani Tanszék) „*100 éves a Vaskohászattani Tanszék, A Vaskohászati Tanszék megalakulása idején és napjainkban*" c. pályázata.

3. *3000 Ft-os pályadíjat nyert* **Nagy Géza** tanársegéd (Nehézipari Műszaki Egyetem, Tüzeléstechnikai Tanszék) „*Alumíniumszilikát öntőszerelvények korrózióállóságának fokozása carbon infiltrációval*" c. pályázata.

II. Nívójutalmak

1000—1000 Ft-os nívójutalmat nyertek lapunk 1971. évi számaiban megjelent „legidőszerűbb témákat kiemelkedően jól feldolgozó cikkek" alábbi szerzői:

1. **Komlósy Antal—Hauszner Ernő** (DV) „*A hidegen hengerelt lemezek felülete*". Megjel. 2. sz. 49. old.
2. **Dr. Tardy Pál** (Vaskut) „*Tűzi horganybevonat lepattogzását befolyásoló tényezők.*" Megjel. 4. sz. 165. old.
3. **Tömpe László** (LKM) „*SM-acélmű betétösszetételének és a betét beadási körülményeinek vizsgálata.*" Megjel. 5. sz. 211. old.
4. **Fehérvári Attila—Dr. Rittinger János** (Vaskut) „*Acélok kiválasztása nyomástartó szerkezetekhez ridegtörési érzékenység alapján.*" Megjel. 6. sz. 241. old.
5. **Ivócs László** (OKÜ) „*Új típusú tűzállóanyag és rácsszerkezet léghevítőkben.*" Megjel. 6. sz. 259 old..
6. **Dr. Pálvölgyi Árpád** (KGMTI) „*A vaskohászati technológia fejlődési irányzatai.*" Megjel. 8. sz. 337. old.
7. **Tóth Géza** (DV) „*A tűzionózású lemez mechanikai tulajdonságainak változása a minősítő vizsgálatok tükrében.*" Megjel. 8. sz. 343. old.
8. **Gergely Márton** (Vaskút) „*Az acélok átalakulási diagramjainak 40 éves fejlődése*". Megjel. 9. sz. 393. old.
9. **Illyés János** (Vaskut) „*Nagyolvasztói fúvó- és salakformák üzemközi és modellkísérleti vizsgálata.*" Megjel. 12. sz. 546. old.
10. **Pálmai Zoltán** (OKÜ) „*Új kopásfüggvény a forgácsolhatóság és forgácsolóképesség vizsgálatához.*" Megjel. 12. sz. 552. old. (OA)

Legközelebbi szakosztályi rendezvényünk:

III. Országos Meleghengerlési Ankét Aggteleken szeptember 26—28.

Bővebb felvilágosítással szolgál a Szakosztály ózdi helyi csoportja

Anyagvizsgálati hírek

Anyagtani és vizsgálótechnikai oktatás a kecskeméti Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolán

A kecskeméti *Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola* 1964-ben jött létre, elsősorban azzal a céllal, hogy az Alföldön mindjobban szaporodó ipari üzemeknek szakemberképzéssel legyen a segítségére. 1969-ig felsőfokú technikumként működött, akkor kapta meg a műszaki főiskolai rangot. Jelenleg három szakon mintegy 600 nappali és 200 levelező hallgató képzése folyik. Kezdettől fogva megvan a *gépgyártástechnológiai* és a *gépipari-automatizálási szak*; a harmadik, *számítástechnikai szakot* 1971. őszén indítottuk el.

A gépgyártástechnológiai szakon belül a hagyományos gépgyártástechnológusokon kívül *műanyagfeldolgozó üzemmérnököket* is képezünk ki. Terveink szerint 1973-tól — ugyancsak e szak keretében — *szerszámgyártó üzemmérnökök* is hagyják el Főiskolánkat.

Osztatlan képzés folyik az automatizálási szakon, ahol — nevének megfelelően — főként a gépipar számára célunk automatizálásban jártas üzemmérnököket képezni.

Legfiatalabb szakunk, a számítástechnikai szak, két ágazatra, a *műszaki specialista* és a *rendszerszervező ágazatra* tagolódik. Az első a számítógépek gyártástechnológiai alkalmazását inkább a számítógépek, a második a gyártástechnológiai oldaláról közelíti meg. Ennek megfelelően a műszaki specialisták képzése az automatika szakéhoz, a rendszerszervezőké inkább gyártástechnológus képzéshez áll közelebb.

A Műszaki Főiskolán *anyagismereti jellegű tárgyak* előadása a kohászathoz legközelebb álló *Mechanikai Technológiai Tanszék* keretében folyik; természetesen az egész oktatás inkább gépész, mint kohász jellegének megfelelően.

A gépgyártástechnológiai szak hallgatói 6 féléves képzésük során minden félévben hallgatnak a Mechanikai Technológiai Tanszéken tárgyakat. *Anyagszerkezettan* címmel az első három félévben hallgatott tárgy félévenként az alábbi bontásban kerül a hallgatók elé:

— *Metallográfia:* e tárgy keretén belül ismertetjük meg hallgatókat azokkal a fémtani alapfogalmakkal, amelyekre későbbi tanulmányaik során is szükségük lesz. Tárgyaljuk főként a Fe—C-ötvözetekben a hűtés és hevítés során lejátszódó folyamatokat, az egyéb ötvözők hatását a fémek különféle tulajdonságaira, valamint az alakváltozások megértéséhez nélkülözhetetlen fémtani alapokat.

— *Anyagvizsgálat:* a 2. félévben ismerkedik a hallgatóság a fémipari anyagvizsgálatok legfontosabbjaival, amelyekre mint üzemmérnököknek szükségük lehet. Megfelelő súllyal ismertetjük a hagyományos vizsgálatokon kívül a roncsolás nélküli anyagvizsgálatokat is.

— *Szerkezeti anyagok technológiája:* Enciklopédikusan a 3. félév során tárgyaljuk az alapvető kohászati technológiákat (nyersvas- és acélgyártás, öntés, kovácsolás, hengerlés stb.) főként azonban a fémiparban használt anyagok tulajdonságait, megválasztásuk alapvető szempontjait.

A 4. félévben a *Hegesztés* c. tárgy keretén belül a hegesztés elvi alapjaival és különféle technológiáival foglalkozunk. *Hőkezelési* alapelveket és technológiákat, megválasztási szempontokat és hőkezelő berendezéseket ismernek meg a hallgatók az 5. félévben.

Forgácsolás nélküli alakítás technológiával három féléven keresztül (a 4., 5., 6., félévben) ismerkednek a hallgatók. Ez államvizsga-tárgy is, illetve hegesztési, hőkezelési témák mellett záródolgozat témájául is választható a Mechanikai Technológiai Tanszék tárgyai közül. A három félév során nemcsak technológiákat, hanem az 1. félévi tananyaghoz kapcsolódóan az elméleti alapokat is, illetve a különféle berendezéseket, gépeket is megismerik. A gépipari jellegből fakadóan főleg hidegalakítási műveleteket tárgyalunk.

Az automatizálási szak és a számítástechnikai szak műszaki specialista ágazata 3 féléven át hallgatja a Tanszék tárgyait, a rendszerszervező ágazat pedig féléven át. Ilyen rövid idő alatt természetesen csak egészen vázlatos ismereteket lehet adni, illetve elsajátítani. Igaz, ezeken a szakokon nem is az előbbi témák megismerése az elsődleges cél.

Az oktatási munkán kívül a Mechanikai Technológiai Tanszék az üzemekkel, más oktatási és tudományos intézményekkel folytatandó együttműködést is feladatának tartja. Ennek egyelőre határt szab a szűkös területi elhelyezés (épül a különálló tanszéki épület) és a nem mindenben kielégítő műszeres felszereltség. Ez az utóbbi jórészt a helyhiánnyal függ össze. Rendszeresen végzünk üzemek részére anyagvizsgálatot. A *Gépipari Technológiai Intézet* megbízásából részt veszünk a hegesztő szakmunkások minősítő tanfolyamainak megszervezésében és lebonyolításában, vállalunk és végzünk szerszámtervezési munkákat hidegalakítási műveletekhez.

A jövőben még több, széleskörű együttműködési kapcsolat kiépítésével kívánunk fokozottabban részt venni a korszerű műszaki ismeretek elsajátításában és terjesztésében.

Lontai Tibor igazgató — *Karsay Imre* tanszékvezető

A világ acéliparának képe

A világ acéliparának termelése 1900-tól 1920-ig 43 mill t-val emelkedett és 71 mill t-át ért el. A következő 20 év növekedése 70 mill t volt, majd 1940-től 1960-ig 200 mill t és 1960—1970 között 254 mill t volt a termelés növekedése. A növekedés nem volt egyenletes, de az acél végig nélkülözhetetlen eleme volt az ipari tevékenységnek. Nyitott kérdés, hogy a jövőben esetleg bizonyos „konkurrens" termékek komolyan veszélyeztethetik-e az acél jelenlegi vezető helyét. Kb. 50 ország termeléséből kialakított nemzetközi statisztika szerint 1970-ben a nyersacél termelés 593 mill t volt az 1960. évi 341 mill t-val és az 1950. évi 189 mill t-val szemben. A termelés 72%-át az 1970. évi statisztika szerint az alábbi hat ország adja:

USA	122,1 mill t
Szovjetunió	115,8 mill t
Japán	93,3 mill t
NSZK	45,1 mill t
Nagy-Britannia	28,3 mill t
Franciaország	23,7 mill t

1950 és 1970 között az Egyesült Államok termelésnövekedése csak 40%, míg ugyanezen időszakban a Szovjetunióé 320% (27,3 mill t-ról 115,8 mill t-ra), japán termelése 20-szoros. A Közös Piac országainak növekedése 250%-os (31,7 mill t-ról 109,2 mill t-ra). Nagy-Britannia termelése 16,5 mill t-ról 26,3 mill t-ra, 71%-os volt. A Szovjetunión kívül a legtöbb szocialista ország is nagy termelésnövekedést mutat. Lengyelország 1950-ben 2,5 mill t, 1970-ben 11,7 mill t. Csehszlovákia 2,1, illetve 11,4 mill t. Románia 0,5, illetve 6,5 mill t, a Kínai Népköztársaság 0,6, illetve 17 mill t.

Fejlődő országokban a saját acélipar megteremtése különbözőképpen sikerült. Így pl. India jelentős ipari országok közreműködésével az 1950. évi 1,4 mill t

nyersacél termeléséről 1963-ban 6 mill t fölé emelkedett. Közben visszaesés történt, 1970-ben a termelés csak 5,9 mill t volt. Hírek szerint személyzeti és műszaki nehézségek növekedőben vannak. 20 év alatt a nyersacél termelés egyes további országokban a következőképpen növekedett:

Brazília	1,5 mill t-ról	5,3 mill t-ra
Ausztrália	1,4 mill t-ról	6,9 mill t-ra
Délafrikai Köztársaság	0,8 mill t-ról	4,6 mill t-ra
Argentína	0,1 mill t-ról	1,8 mill t-ra
Mexikó	0,3 mill t-ról	3,8 mill t-ra
Kanada	3,0 mill t-ról	11,2 mill t-ra

A gyártás 2 fő alapanyaga a vasérc és kokszolható szén. E két anyag lelőhelye korábban közvetlenül meghatározta új gyárak létesítését. Újabban a tengeri szállítás olcsósága miatt acélipari kombinátokat tengerparton telepítenek. Ugyanakkor a készáru elszállítása is olcsóbbá válik ezáltal. Tengerparti telepítésre példa Olaszország, Franciaország, Nyugat-Németország, Nagy-Britannia és Japán több nagyüzeme.

Gondos geológiai kutatások eredményeképpen Dél-Afrikában, Afrikában, és Ausztráliában 60% feletti Fe_2O_3 tartalmú vasérc telepeket találtak. Ezek feltárására nemzetközi bankkonzorciumok alakultak. Ezek következtében egyes tengerentúli országok ércjövesztése jelentősen megnövekedett.

Ausztrália	1965. év 6,8 mill t	1970. év 50,9 mill t
Brazília	1965. év 20 mill t	1970. év 30,0 mill t
Kanada	1965. év 34 mill t	1970. év 47,0 mill t
Libéria	1962. év 3,8 mill t	1970. év 23,0 mill t

A nagy Fe-tartalmú vasércek felhasználása abból is világossá válik, hogy míg az érctermelés 1970. évi 499 mill t-ról 1970-ben 763 mill t-ra (kb. 50%) emelkedett, addig ugyanezen időszakban az acéltermelés 341 mill t-ról 595 mill t-ra (74%) nőtt.

Fokozott mértékben alkalmazzák a vasércek dúsítására a zsugorítást vagy pelletezést, hogy a nagyolvasztót a meddőtől tehermentesítsék és kapacitásának maximumát érjék el. Csupán Európában 1950—1970-ig az aglomerát felhasználása 15%-ról 75%-ra emelkedett.

Változások a gyártási eljárásokban

Különösen a tőkés országokban előtérbe került az LD eljárás a Siemens—Martin eljárás terhére.

Eljárás	1963. %	1970. %
Siemens—Martin	60,1	37,8
Oxigénacél (LD)	17,6	40,8
Thomas	7,7	5,0
Elektroacél	12,1	15,9
Egyéb eljárás	2,5	1,6

Mivel az oxigénes acélgyártás közel 50%-kal kevesebb vashulladékot igényel, mint az SM eljárás, számos országban hulladékvas felhalmozódás következett be.

Az SM- és oxigénacél arányeltolódását néhány fontosabb termelő országban az alábbi táblázat szemlélteti.

Ország	SM-acél		Oxigénacél	
	1965	1970	1965	1970
	termelés 1000 t-ban			
NSZK	15 800	11 800	7 100	25 100
Franciaország	4 700	4 400	2 500	6 900
Olaszország	5 100	4 800	2 700	5 400
Nagy-Britannia	17 400	13 100	3 400	7 900
Ausztria	840	663	1 900	2 900
USA	85 400	43 600	20 700	57 400
Japán	10 100	3 800	22 600	73 800
Szovjetunió	76 400	84 000	4 100	19 900

Hengerelt acél mint külkereskedelmi gyártmány

A vas- és acélipar legjelentősebb exportterméke a hengerelt acél. Az egyes országok export érdekeltsége erősen eltérő. Míg a Benelux államok termlésük 85—90 %-át exportálják, Ausztria 42%, Franciaország 36%, NSZK 28%, Svédország 26%, Japán 20%, Nagy-Britannia 16%, USA 12% és Szovjetunió 8% hengerelt acélt exportál nemzeti termeléséből. A világ összesített hengerelt acél exportja 80 mill t, 425 mill t termelés mellett. (Acélcsövek nélkül.) 1960-ban az export 51 mill t, 1950-ben 20 mill t volt. 20 év alatt tehát a hengerelt acél export megnégyszereződött, míg a világ nyersacél termelése csak 3,1-szeresére nőtt.

Mindenesetre a világ hengerelt acél exportja a Közös Piac hengerelt acél árucseréjét is magában foglalja (1970-ben 25,6 mill t exportból 13,8 mill t volt a Közös Piacon belüli export). Nagy-Britannia felvétele után az 1970. évi 380 000 t hengerelt acél export növekedésére számítanak a Közös Piac országaiban. Ha az angol acélipar 90%-át magában foglaló British Steel Corporation távlati terveiről terjesztett hírek egy 10 mill. t/év kapacitású üzem létesítéséről a La Manche-csatorna vagy az Északi-tenger partján igazak, megvalósulhatnak az új partner és a Közös Piac cégei közötti szoros gazdasági kapcsolatok. Ilyen nagy üzem könnyebben vészelné át a válságjelenségeket, mint a kisüzemek. Ezt az utat az NSZK, USA, Japán és Franciaország egyes nagyüzemei már néhány éve járják.

Konjunktúrajelzések

Bár a világ acéltermelése állandóan emelkedik, válságjelenségek nincsenek kizárva. Például az USA nyersacél termelése 1970-ben az előző évi 131 mill t-ról 122 mill t-ra csökkent, és 1971-ben az amerikai elnök a várható további 6,5%-os csökkenést látva a világ legnagyobb ipari államában eddig szokatlan intézkedésekhez volt kénytelen folyamodni.

Az USA egyes nagyüzemei 1971. III. n. évét veszteséggel zárták. A Közös Piac országaiban is 5,9% csökkenés volt januártól szeptemberig, ezen belül az NSZK-ban 9,5%, Franciaországban 5,3% és Olaszországban 5,1%. A Thyssen konszern vezérigazgatója *Sohl* két „sovány" acélévet jósolt. A tőkés világ 24 országának acélüzemei által létesített Nemzetközi Vas- és Acél Intézet 1971-re 310 mill tonnáról 295 mill tonnára való termeléscsökkenést jósolt. Japán termelése 70 mill tonnáról 65 mill tonnára csökkent.

Az acélválság érezhető ármódosulásokkal járt. Míg a rúdacél 1969. évi 117 $/t ára 1970-ben még tovább emelkedett, 1971-ben 106 $-ra, majd 1971. novemberében 103 $-ra csökkent. Az áralakulást erősen befolyásolta a japánok áron aluli kínálata. (H. W.)

Neue Züricher Zeitung 1971. nov. 8.

Fájdalommal tudatjuk, hogy

KAHLE FRIGYES

okl. kohómérnök, az Állami Pénzverő ny. igazgatója, Egyesületünknek 1905-től volt egyik legrégibb tagja, március 26-án 93 éves korában elhúnyt.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

Timföldhidrátok vizsgálata magmágneses rezonancia módszerrel

SERFŐZŐ GUSZTÁV MTA Központi Fizikai Kutató Intézet — VÁRHEGYI GYÖZŐ Fémipari Kutató Intézet — TOMPA KÁLMÁN MTA Központi Fizikai Kutató Intézet

DK: 669.712 : 548.5 : 621.317.4

Néhány alumíniumhidroxid-polikristály MMR spektrumát vizsgáltuk proton magokon 172...273 °K tartományban. Az abszorpciós jel második momentumának vizsgálata információt ad a hidrogénatomok helyzetére a kristályrácsban. Megállapítottuk, hogy az ajkai alumíniumhidroxidok kristályszerkezetében a protonok elhelyezkedése különbözik a Kroon és Glemser által meghatározott ideális kristályszerkezettől.

Az alumíniumhidroxidok kristályszerkezetének fő jellemzői röntgendiffrakciós elemzések alapján ismertek. A hidrogén-atomok helyzetét azonban infravörös spektroszkópiai, neutrondiffrakciós, mag mágneses rezonancia (továbbiakban MMR) módszerekkel lehet megállapítani. Minthogy a timföldgyártásban az alumíniumhidroxid pontos szerkezetének ismerete alapján a kikeverési folyamatot optimalizálni, az előállított timföld minőségét javítani lehetne, az ilyen irányú vizsgálatok ipari szempontból jelentősek.

Az alumíniumhidroxid, illetve kis hőmérsékleten előállított bomlástermékeinek MMR spektrumát vizsgáltuk meg. A hidrogén-magokon mért spektrumok kiértékelésekor információt nyertünk a H_2O és H—OH szerkezetekre vonatkozóan.

Az MMR mérési módszer

MMR jelalak

Az MMR spektrum a rezonáns mag környezetében elhelyezkedő mágneses momentummal rendelkező szomszédok (jelen esetben ^1H-magok) elhelyezkedésétől függ. A H_2O és H—OH rendszerekre jellemző, hogy az ^1H-magok párokban rendeződnek, a páron belüli H—H távolság jóval kisebb, mint a párok közötti. Az ilyen ún. „kétspinrendszerek" esetén az MMR spektrum alapját főleg a két szomszédos ^1H elhelyezkedése, azok egymástól való távolsága határozza meg, és a távolabbi ^1H-magok járuléka csak kis korrekciót ad. A szomszéd hatására a rezonáns atommag az alkalmazott külső mágneses téren kívül

$$H_{lok} = \pm \frac{3}{2} \mu \cdot r^{-3} \cdot r^{-3} (\cos^2 \Theta - 1)$$

nagyságú teret érez, ahol μ a szomszéd atommag mágneses momentuma, r a szomszédok közötti távolság és Θ két atommagot összekötő vektor és a külső mágneses tér által bezárt szög.

A +, illetve — előjel, amely a spektrum két vonalra való felhasadását okozza, a szomszédos atommag mágneses momentumának a külső mágneses tér irányához viszonyított párhuzamos, illetve antiparallel beállását jelzi. Porminták esetén az összes lehetséges szögre átlagolni kell, és az átlagolás az *1. ábrán* látható jelalakhoz vezet. Mivel a lokális tér kifejezésében r^{-3} faktor szerepel, a párok közötti távolság különböző volta a H_2O és H—OH rendszerre jellemző spektrum lényeges különbségéhez vezet. Az 1. ábrán látható egy — csak kristályvizet tartalmazó — kristályban levő ^1H-magon mért MMR jel alakja, amelyet kis hőmérsékleten vettek fel, hogy a kristályvíz-molekulák termikus mozgásainak zavaró hatását kiküszöböljék. A továbbiakban a ^1H-magok MMR spektrumát PMR spektrumnak nevezzük (proton mágneses rezonancia). Nagyobb hőmérsékleten a vízmolekulák termikusan aktivált mozgást végeznek. Ekkor a rezonáns atommag a fluktuáló lokális tér átlagát érzi, amely kisebb, mint annak pillanatnyi értéke. Így az MMR szélessége és második momentuma a mozgástípusra jellemző mértékben csökken.

Abban az esetben, ha az anyagmintában csak hidroxilcsoportok vannak, a spektrum alakja, szélessége és második momentuma az OH-csoportok elhelyezkedésétől függ.

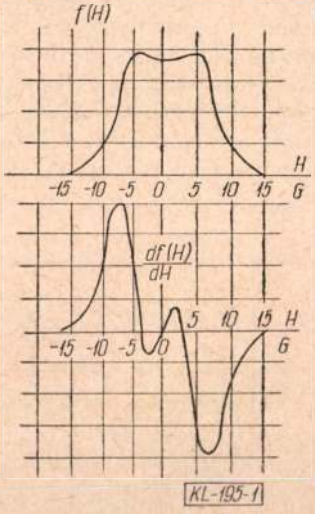
Ha a vizsgált anyagmintákban H_2O- és OH-csoportok is jelen vannak, úgy az MMR spektrum a két komponens epektrumából képezhető.

$$F/H = W_1 f_1(H) + (1 - W_1 f_2(H),$$

ahol a W_1 a H_2O-ban levő magok előfordulása.

A rezonanciajel paraméterei

Az MMR spektrum alakját közvetlenül csak néhány speciális esetben számíthatjuk, azért a spektrumot olyan paraméterekkel jellemezzük, ame-



1. ábra. Termikus mozgást nem végző kristályvíz MMR spektruma

lyek elméletileg is, kísérletileg is meghatározhatók.

a) Az $f(H)$ alakfüggvénnyel leírt rezonanciajel n-edik momentuma

$$M_n = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} f(H)(H - \langle H \rangle)^n \, dH}{\int_{-\infty}^{\infty} f(H)\, dH} \text{ [gauss]}^2,$$

ahol ⟨H⟩ a mágneses tér várható értéke.

A páratlan momentumok eltűnnek, mivel fH páros függvény, és a leggyakrabban az $n=2$ értékhez tartozó második momentum használatos.

b) A rezonanciajel könnyebben kiértékelhető, de kevesebb információt tartalmazó paramétere a jelszélesség. Az irodalomban többféle definíciója terjedt el:

H félértékszélesség, a rezonanciajel gauss egységekben mért szélessége az

$$f(H) = \frac{1}{2} f(\langle H \rangle)$$

intenzitásnál.

δH a kísérletileg meghatározott első derivált maximális és minimális értékéhez tartozó térerősség-különbség.

$\overline{\Delta H^2}^{1/2}$ az átlagos vonalszélesség, azaz a második momentum négyzetgyöke.

Az irodalmi adatok áttekintése

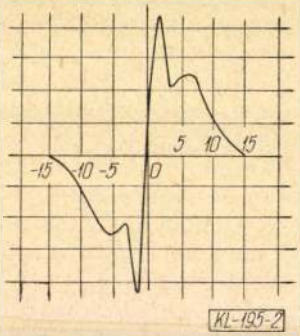
*Gibbsit*ben és *böhmit*ben levő hidrogén-magok helyzetének a meghatározásával *Kroon* és *Glemser* foglalkozott. PMR spektrum jel második momentumának megméréséből, a mért értékek és a feltételezett szerkezetből számított értékek összehasonlítása után, valamint a röntgenvizsgálatok alapján fontos következtetéseket vontak le az alumíniumhidroxid szerkezetére vonatkozóan [3], [4].

A gibbsit-rácsban az alumínium-atomok két oxigén-atomréteg között helyezkednek el úgy, hogy az oxigén-atomok az alumínium-atomokat oktaéderes szimetriában veszik körül. A rétegek AB-BA-AB-BA ... sorrendben következnek egymás után. Egy lehetséges modell az *5a ábrán* látható. Azonos rétegben levő oxigén-atomok a síkot egyenlő oldalú háromszögekből álló hálóval fedik le. Két szembenálló réteg között a kapcsolatot a hidrogén-atomok létesítik úgy, hogy egy háromszögoldalnyira feletük levő oxigén-atom felé irányulnak. Az (5*a*) ábrán fent az egy nyíllal jelölt helyen az O—H- kötés felfelé irányul, a két nyílnál pedig lefelé. Az O—H-atomok távolsága 0,96 Å.

Sajnos a cikkből nem derül ki, hogy a mért hidrargillit természetes vagy mesterséges volt-e.

A böhmit rácsszerkezetében *(5b ábra)* az O—H-kötések cikcakkos láncot alkotnak a két oxigénréteg között. PMR mérésekből azonban nem dönthető el, hogy az egymás után következő láncban az O—H-kötések párhuzamosak-e, vagy antiparallel állásúak. *Holm* a PMR mérések kiértékelésénél a rácsrezgések hatását is figyelembe vette, és számításaiból valószínűnek látszik, hogy a böhmitben az O—H-kötések antiparallel állásúak. Az O—H-kötésekben az atomok távolsága 0,98 Å.

Kroon [3] és *Holm* [4] mérési eredményeit az *1. táblázat*ban találhatjuk meg. *Kroon* közölte az általa mért böhmit PMR jelalakját is, ez összehasonlítás céljából a *2. ábrán* látható.



2. ábra. Böhmit MMR spektruma ^1H magon [3] Modulációs amplitudó 2 G

Busing és *Levy* neutron diffrakciós módszerrel vizsgálta a diaszpor szerkezetét. Meghatározták az oxigén- és hidrogén-atomok helyzetét és megállapították a hidrogén-kötések létezését. Az O—H-távolságra 0,99 Å értéke kaptak [8].

Mérési eredmények és értékelésük

Mérési eredmények

1. *Mérési módszer*

Az alumíniumhidroxidok PMR méréseit a [9]-ben leírt szélesjelű MMR spektrométeren végeztük el. A spektrumokat 4500 G erősségű mágneses térben vettük fel, a modulációs tér 0,5 G amplitudójú, 280 Hz frekvenciájú volt.

1. táblázat

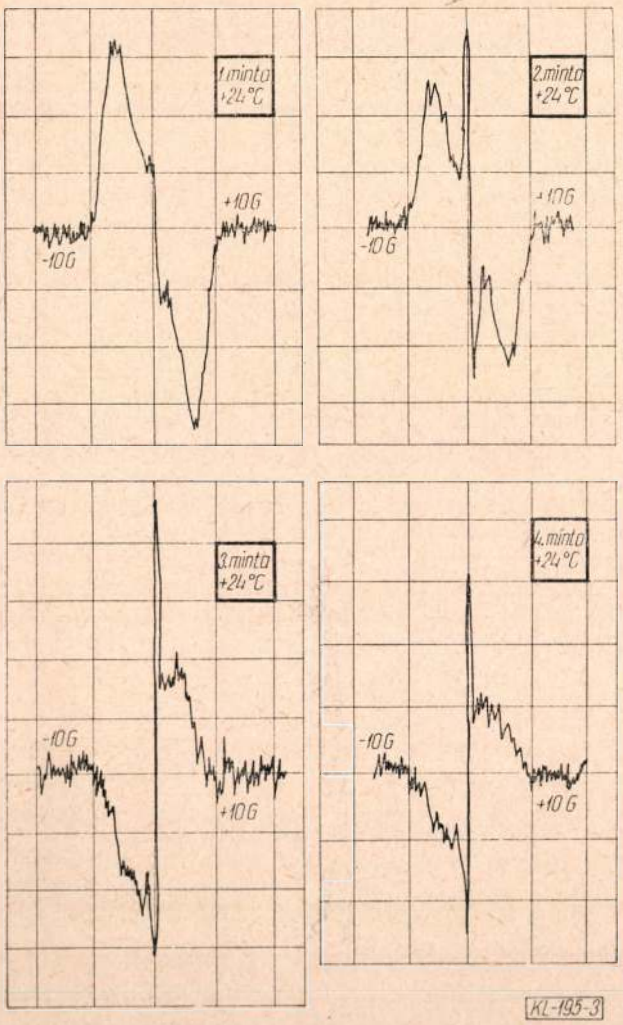
Anyag neve	Képlet	Keskeny jel szélessége δH_1, Gauss	Nagy jel szélessége δH_1, Gauss	Számolt M_2, Gauss^2	Mért M_2, Gauss^2	Abszorbeált víz, mol.%
Gibbsit	Al_2O_3. 2,01 H_2O	2	14,3	26	26,5±1,2	0,8
Bayerit	Al_2O_3. 3,18 H_2O	2,6	11,7	—	18,8±1,0	6
Böhmit	Al_2O_3. 1,06 H_2O	2,6	10,5	19,0	18,2±1,0	6

2. táblázat

Minta sorszáma	Izzítás hőmérséklete, °C	Vízveszteség, %	+24 °C		−30 °C		−50 °C		−80 °C		−100 °C	
			M_2, Gauss	H, Gauss	M_2, Gauss	δH, Gauss	M_2, Gauss	δH, Gauss	M_2, Gauss	δH, Gauss	M_2, Gauss	δH, Gauss
1.	110	—	15,2 ±0,5	11,0 ±0,5	15,1 ±0,6	—	—	—	—	—	17,5 ±0,5	
2.	215	9,7	15,9 ±0,7	11,4 ±0,5	—	—	—	—	15,7 ±0,5	—	15,1 ±0,7	
3.	260	26,5	10,4 ±1,0	7,4 ±0,6	10,9 ±1,0	—	11,7 ±1,0	—	—	—	11,9 ±1,0	
4.	365	28,7	11,6 ±0,4	−7,8 ±0,3	—	—	—	—	—	—	12,8 ±0,6	
5.	520	34,2										
6.	825	35,0										
7.	1000	35,5			5. mintától kezdve nem volt NMR jel a H-magokon							
8.	1200											

2. *Anyagminta*

Az ajkai eredetű alumíniumhidroxid 40—60 μm szemcsefrakcióján 110 °C hőmérsékleten végzett szárítás után, illetve különböző hőmérsékletű izzítással előállított bomlásterméken végeztük el a PMR méréseket. Az anyagminták jelölése a *2. táblázatban* látható.



3. ábra. Az 1., 2., 3. és 4. jelű anyagminta MMR spektruma ^1H magon, szobahőmérsékleten

3. *Mérések szobahőmérsékleten*

PMR jelet csak az 1—4. anyagmintákon találtunk, az 5—8. jelűeken nem. A jelek a *3. ábrán* láthatók. A jelek egy szélesebb és egy keskeny jelből tevődnek össze. A keskeny jel szélességét a modulációs amplitudó határozza meg.

A csúcstól—csúcsig mért jelszélesség és a második momentum-értékek a 2. táblázatban találhatók meg. A keskeny jelnek a nagysága 1-től 4-ig nő.

4. *Mérések kis hőmérsékleten*

Az 1—4. számú anyagminta PMR jeleit szobahőmérséklet és −100 °C között több hőmérsékleten felvettük. −100 °C-on a keskeny jel eltűnt és −30 °C körül jelent meg újból. A víz túlhűtési jelenségének elkerülése végett a mintákat először −100 °C-ra hűtöttük le, majd a hőmérséklet fokozatos növelése után elért értéknél mértünk. A hőmérséklet csökkenés függvényében a második momentum kisméretékű emelkedése volt tapasztalható. A mérési eredményeket a 2. táblázatban láthatjuk. A jelalakok a *4. ábrán* vannak.

5. *Ellenőrző mérés*

Ellenőrzés céljából megmértük egy szovjet üzemi eredetű böhmit második momentumát, jelszélességét és jelalakját.

A következő adatokat kaptuk:

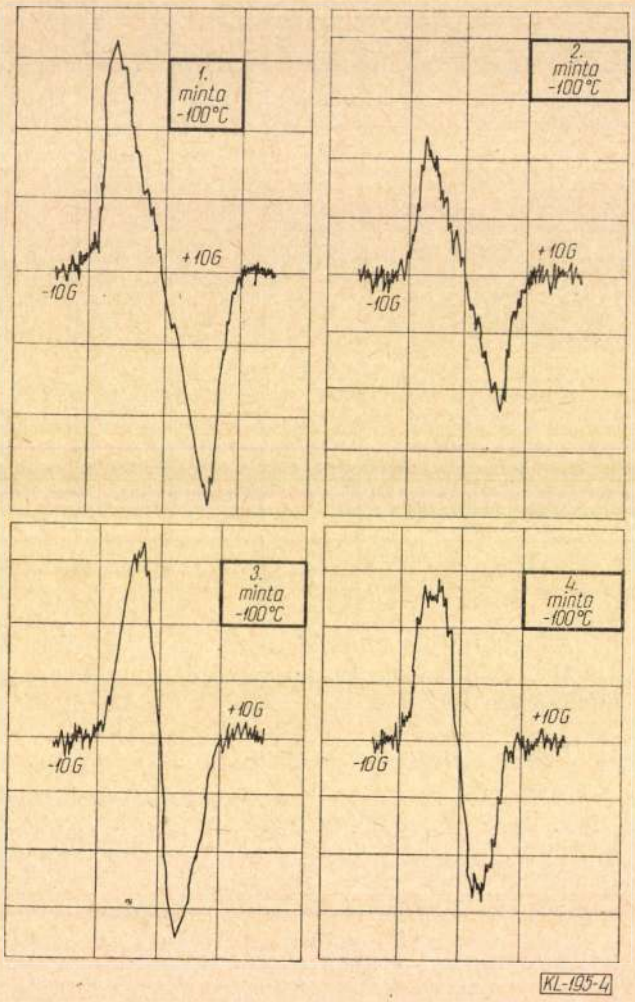
$$M_2 = 16{,}5 \pm 0{,}5\ G^2; \qquad \delta H = 10{,}5\ G$$

Ezen értékek lényegében egyeznek Kroon és Holm eredményeivel.

Mérési eredmények értékelése

A jelen mérési sorozatot az irodalmi adatok figyelembevételével a következőképpen értékelhetjük:

1. Az 1. és 2. táblázat adatainak összevetéséből megállapíthatjuk, hogy a *Kroon* és az általunk



4. ábra. Az 1., 2., 3. és 4. jelű anyagminta MMR jele —100 °C-on ^1H magon

mért második momentumok és jelszélességek nem egyeznek egymással.

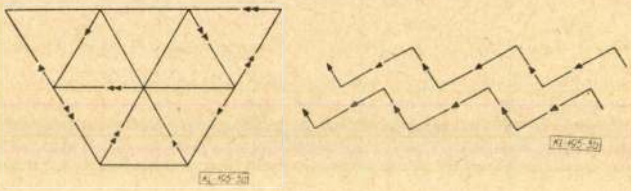
Az eltérést csak *Kroon* és *Holm* által vizsgált anyag eredetének és szerkezetének ismeretében lehetne értékelni. Mindenesetre az eltérés oka a vizsgált anyagok rácsszerkezetének eltérő rendezettségére vezethető vissza. A rácsszerkezet rendezettsége alatt itt elsősorban a H-atomok elhelyezkedése értendő.

2. *Bayer*-eljárással előállított (üzemi) gibbsit második momentuma kisebb az irodalmi értékeknél, ez a körülmény a hidrogén-atomok közötti távolság növekedésével magyarázható (zavartabb rácsszerkezet).

3. A Bayer-gibbsitet, illetve a 200 °C körül izzított terméket —100 °C-ra lehűtve nem észleltünk jelentős momentumváltozást. A mért második momentum nem nagyobb momentumú gibbsit és esetleges kristályvíz keverék momentumainak összegeződéséből származik.

4. A 3-as és 4-es jelű minta második momentuma jelentősen csökken az 1-es és 2-es minta momentumához képest, ami nagy szerkezeti változásra utal.

5. A szovjet üzemi eredetű böhmiten mért és az irodalomban ismertetett második momentum-értékek, valamint a jelszélességek egyezése kielégítő. A 3-as minta kezelési hőmérsékletén az irodalmi adatok szerint intenzív böhmitképződés folyik, az ilyenkor keletkező böhmit azonban a szerkezetében távol áll a tiszta böhmitnek tekinthető termékektől. A termikus dehidratációval keletkező „böhmit" jelentősen kisebb második momentuma miatt (3-as és 4-es minta) legfeljebb erősen zavart rácsszerkezetű böhmitre gondoltunk.



5a ábra. Oxigén-atomok elhelyezkedése és a hidrogén-kötések iránya hidrargillitben. Egy nyíl felfelé, két nyíl lefelé irányuló kötést jelent [3]
5b ábra. Oxigén-atomok lánca böhmitben, közöttük párhuzamos állású hidrogén-kötések vannak [3]

Ehhez a *Kroon* által közölt böhmit-szerkezetet figyelembe véve az 5*b* ábrán a cikcakkos láncban elhelyezkedő H-atomok távolságának jelentős megnövekedése szükséges.

6. Az 1, 2, 3. és 4. jelű anyagminta PMR jelén a széles jel mellett arra szuperponálódva, egy keskeny jel is látható. *Kroon* is megfigyelte ezt a keskeny jelet, és adszorbeált víz jelének gondolta. A keskeny jel szélessége a modulációs amplitudó függvénye, csökken a modulációs amplitudó csökkentésével. A jel szobahőmérsékleten mozgást végző vízmolekuláktól származhat. Kérdéses ezen vízmolekulák eredete. *Kroon* feltevésével ellentétben nem az adszorbeált víztől származhatnak, mert akkor az 5-ös és a többi anyagmintában is meg kellett volna figyelnünk őket. A jelek —30 °C-on tűnnek el, ez azt jelenti, hogy az adszorbeált víznél erősebb kötésben vannak jelen, nem kizárt, hogy kristályvíz formájában. Megjegyezzük, hogy a 365 °C hőmérsékleten végzett izzítás után is észlelhetők maradtak a jelek a 4-es mintában.

IRODALOM

[1] *Grüner Gy., Tompa K.:* Magyar Kémiai Közl. *30*, 315 (1968).
[2] *Glemser O.:* Nature *183*, 943 (1959).
[3] *Kroon D. J.:* Nature *183*, 944 (1959).
[4] *Holm C. H.:* J. Phys. Chem. *62*, 992 (1958).
[5] *Grüner Gy., Tompa K.:* KFKI Közl. *16*, 105 (1968).
[6] *Laczkó L.:* Bauxitok DTG vizsgálata. Doktori értekezés. Veszprémi Vegyipari Egyetem.
[7] *Glemser O.:* Z. anorg. allg. Chem. *306*, 228 (1960).
[8] *Busing W. R., Levg H. A.:* Acta Cryst *11*, 798 (1958).
[9] *Tompa K., Tóth F.:* Magy. Fiz. Folyóirat *11*, 177 (1963).

Arany-ezüst-réz ötvözetek néhány jellemző tulajdonsága

Dr. LABODA SÁNDOR
okl. kohómérnök
Magyar Nemzeti Bank

DK: 669.21'22 : 669.3 : 620.178.154

A szerző az arany—ezüst—réz ternér rendszernek a feldolgozást befolyásoló tulajdonságait vizsgálta. Nagyszámú ötvözeteknél végzett vizsgálat alapján megállapította, hogy legnagyobb keménységgel azok az ötvözetek rendelkeznek, melyek az ezüst és réz ötvözőket 1 : 1 arányban tartalmazzák. Mérései folyamán azt tapasztalta, hogy a mechanikai tulajdonságok az alakítással arányosan változnak.

Az arany felhasználásának megoszlása világviszonylatban megközelítően a következőképpen alakul;

40% pénz, éremgyártás
25% ékszeripar
25% elektrónikai iparágak, galvanótechnikai ipar
10% foggyógyászat

Az arany felhasználásának aránya napjainkban kétségtelenül a galvanótechnika felé tolódik. A különböző aranyozó eljárások lehetővé teszik, hogy a nem nemes alapfém tulajdonságait jelentősebb mennyiségű arany felhasználása nélkül korrózióállóság szempontjából javítani tudjuk. Órák, ékszerek, művészi tárgyak, villamos érintkezők, szemüvegkeretek stb., gyártásánál jelentős mértékben alkalmazzák az aranyozást.

Aranyötvözetek

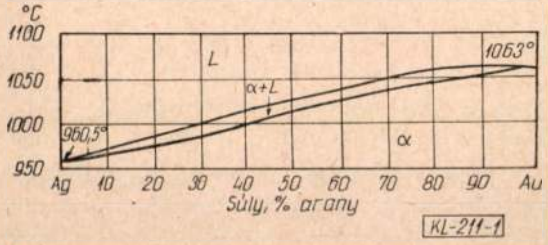
Már időszámításunk előtti időben is állítottak elő különböző tárgyakat, ékszereket, színaranyból illetve szabálytalan mennyiségben csekély ezüstöt és rezet tartalmazó ötvözetből. Később szándékosan ötvözték az aranyat ezüsttel. Ezt az ötvözetet, amely $800^0/_{00}$ aranyat és $200^0/_{00}$ ezüstöt tartalmazott *elektronnak* nevezték. (Újabban az elnevezést magnézium-alumíniumötvözetekre használják.)

A régészeti leletek azt is bizonyítják, hogy az ötvözetek néhány színvariációját már időszámításunk előtt is ismerték.

A ternér ötvözetrendszer néhány jellemző tulajdonságának ismertetése előtt célszerű a rendszert alkotó binér ötvözetek rövid áttekintése.

Arany-ezüst ötvözetrendszer

Az arany-ezüst rendszer állapotábráját tekintve láthatjuk, hogy e fémek egymással szilárdoldatot képeznek *(1. ábra)*. Az ötvözetek keménysége nagyobb, mint az alkotó színfémeké. Az ötvözetek szine a sárgából fokozatosan a fehérbe megy át.

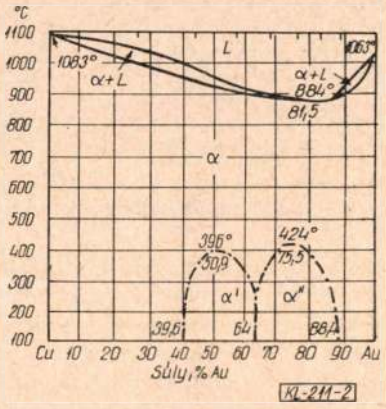


1. ábra. Arany—ezüst ötvözetrendszer állapotábrája

$500—800^0/_{00}$ aranytartalom mellett zöldes árnyalatot mutatnak. Az aranyezüst ötvözetek kitűnően alakíthatók.

Arany-réz ötvözetrendszer

Az ötvözetek minimumos likviduszgörbe mentén szilárdoldatként kristályosodnak *(2. ábra)*. Ebben az állapotban jól alakíthatók. 400 °C körüli hőmérsékleten azonban az $500—750^0/_{00}$ aranytartalmú (gyakorlatban leginkább használt) ötvözeteknél rács rendeződés következtében AuCu és $AuCu_3$ összetételnek megfelelő rendezett rácsú szilárd oldatok keletkeznek. A rendezett rácsú ötvözetek kemények, ridegek, alakíthatatlanok. Ezért

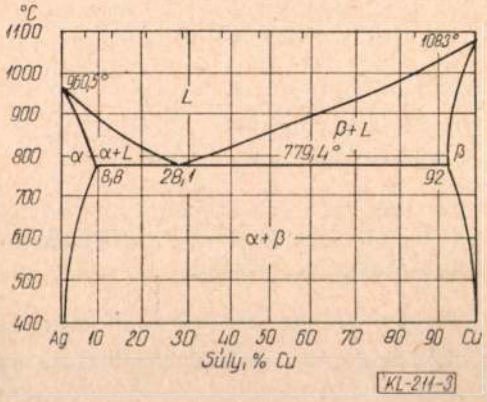


2. ábra. Arany—réz ötvözetrendszer állapotábrája

gondosan ügyelni kell arra, hogy a rács rendeződése ne következzen be. Az ilyen ötvözeteket 500 °C-tól mindig gyorsan kell hűteni. Az aranyművesek előtt az ötvözetek tulajdonsága már régóta ismeretes. A keményedés okát azonban csak századunkban tisztázták.

Ezüst-réz ötvözetrendszer

Az ezüst a rézzel $719^0/_{00}$ ezüsttartalom mellett 779,4 °C-on olvadó eutektikumot alkot *(3. ábra)*. A két alkotó maximális oldhatósága is az eutektikus vonalon található. Az eutektikuspont hőmér-

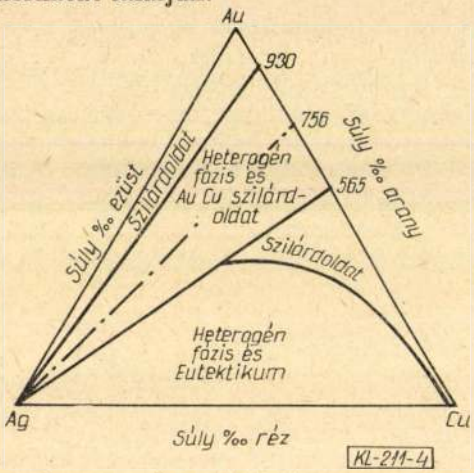


3. ábra. Ezüst—réz ötvözetrendszer állapotábrája

sékletén az ezüst 88‰ rezet, a réz 80‰ ezüstöt old. A hőmérséklet süllyedésével az oldhatóság csökken.

Arany-ezüst-réz ötvözetrendszer

A ternér rendszer teljes részletességgel még nem ismeretes *(4. ábra)*. Az egyik oldalát képező ezüst-réz binér rendszer heterogén területe az aranytartalom növekedésével összeszűkül. A határvonal 565‰ aranytartalomnál található. 1000—930‰ aranytartalomig az arany-ezüst binér rendszer szilárdoldatát találjuk.



4. ábra. Arany—ezüst—réz ötvözetrendszer állapotábrája

Az ékszer készítés anyagául szolgáló arany-ezüst-réz ötvözetek zömmel a heterogén tartományba esnek. Kivételt képeznek azok az ötvözeteik, melyeknél a harmadik ötvözőfém, legyen az ezüst vagy réz mennyiségileg szűk határok között marad.

A heterogén tartomány kiterjedése a hőmérsékletnek is a függvénye, ebből adódik, hogy ezek az ötvözetek nemesíthetők. Hőkezeléssel mechanikai tulajdonságaikat a célnak megfelelően tudjuk változtatni.

Arany—ezüst—réz ötvözetrendszer néhány tulajdonságának vizsgálata

A ternér rendszer vizsgálatánál célunk az volt, hogy a feldolgozást befolyásoló, tulajdonságokat megismerjük. Fázis elemzésre, fázis azonosításra munkánk során nem tértünk ki.

A gyakorlatban használatos ötvözeteken kívül módunk volt az idők folyamán olyan ötvözeteket is megvizsgálni, melyek a rendszer megismerését elősegítették.

Méréseinknél nagyérzékenységű hőfokmérő *E. K. B. típusú kompenzátort, HPO típusú Vickers keménységmérőt* és 1000 kp-os *szakítógépet* használtunk.

A ternér rendszer tulajdonságainak megismerésére irányuló méréseinknél az *1. táblázatban* összefoglalt ötvözeteket vizsgáltuk.

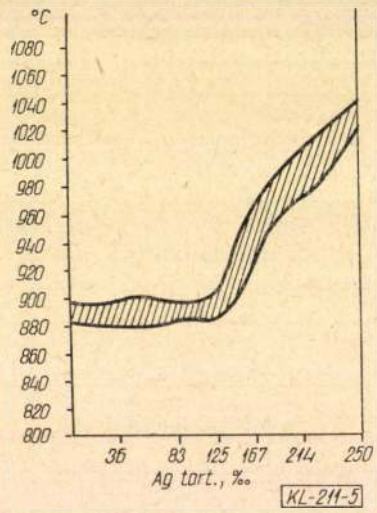
Arany-ezüst-réz ötvözetek termikus pontjai

A feldolgozás során alapvetően fontos, hogy ismerjük az ötvözet szolidusz és likvidusz pontját. Ennek ismeretében tudjuk megválasztani a helyes öntési hőfokot, kokilla hőmérsékletet, alakítás közbeni lágyítási hőmérsékletet, plattírozás hőfokát, forrasztási munkahőmérsékletet stb.

Ötvözeteink termikus pontjait a lehűlési görbék segítségével határoztuk meg. Az ötvözetek olvasztását szilitrudas tégelykemencében végeztük. A hőfokmérésre alkalmazott Pt-PtRh hőelemet 20 °C-os hidegpont közbeiktatásával kapcsoltuk a kompenzátorhoz.

Vizsgált ötvözeteink szolidusz és likvidusz hőmérsékletét az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat értékeit három mérés átlaga adja.

A termikus pontoknak a ternér rendszerben történő ábrázolását nem tartjuk célszerűnek. Lényegesen jobb és szemléltetőbb, ha a gyakorlatban általában használt 18, 14 és 8 karátos ötvözeteket emeljük csak ki.*



5. ábra. A 18 karátos ötvözetek termikus pontjai

Az *5. ábra* a 18 karátos ötvözetek termikus pontjait mutatja az ezüsttartalom függvényében. Az ábrából látható, hogy 125‰ ezüsttartalomig az olvadási hőköz 880 és 905 °C között van. Az ezüsttartalom növekedésével a termikus pontok hőmérséklete is nő. 250‰ ezüsttartalonál az olvadási hőköz már 1038 és 1056 °C között található.

A *6. ábra* a 14 karátos ötvözetek termikus pontjait mutatja az ezüsttartalom függvényében. A görbe lefutása szerint ezeknek az ötvözeteknek 208‰ ezüsttartalomnál minimumuk van. A legalacsonyabb olvadásponttal tehát azok a 14 karátos aranyötvözetek rendelkeznek, melyek az ezüst és réz ötvözőt 1 : 1 arányban tartalmazzák.

A *7. ábra* a 8 karátos ötvözetek szolidusz és lik-

---

* A tiszta arany 24 karátos. A karát kifejezés feltehetően az arab „kirát" szóból származik. (Nem tévesztendő össze a drágakő karáttal, mely 0,2 g.) Az arany karát jelzőszám, mely azt mutatja, hogy az ötvözet hány 24 rész tiszta aranyat tartalmaz. Pl. A 18 karátosnál $\frac{1}{24}$ karát ötvözet súlyban 18 karát színarany van.

Újabban az ötvözetek finomságát ‰-ben fejezzük ki. Így 1 karát $\frac{1}{24} \cdot 1000 = 41{,}66‰$. Ezek szerint a 18 karátos ötvözet $\frac{1}{24} \cdot 1000 \cdot 18 = 41{,}66 \cdot 18 = 750‰$ finomságú.

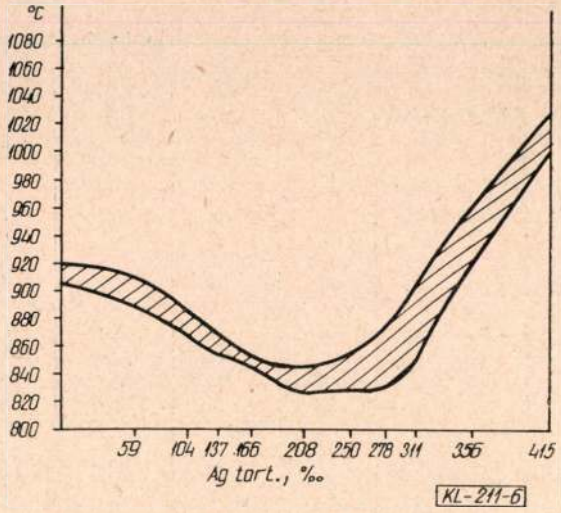
1. táblázat

A vizsgált ötvözetek összetétele és termikus pontjai

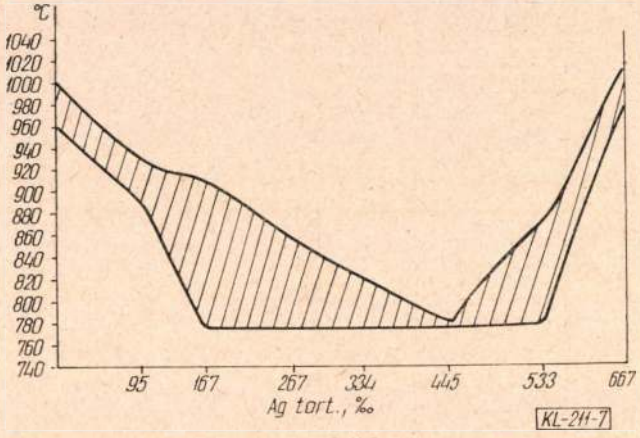
Sorszám	Karátszám	Összetétel, °/₀₀			Termikus pont, °C	
		Arany	Ezüst	Réz	Szolidusz	Likvidusz
1.	24	1000	—	—	1063	1063
2.	22	916	63	21	1024	1035
3.	22	916	42	42	971	1003
4.	22	916	21	63	954	979
5.	20	833	125	42	963	1005
6.	20	833	84	83	915	955
7.	20	833	42	125	901	922
8.	18	750	250	—	1038	1056
9.	18	750	214	36	976	1005
10.	18	750	167	83	934	968
11.	18	750	125	125	882	905
12.	18	750	83	167	881	893
13.	18	750	36	214	880	902
14.	18	750	—	250	884	886
15.	16	666	286	48	927	978
16.	16	666	223	111	871	902
17.	16	666	167	167	855	872
18.	16	666	111	223	848	870
19.	16	666	48	286	892	900
20.	14	585	415	—	1002	1028
21.	14	585	356	59	920	961
22.	14	585	311	104	841	900
23.	14	585	278	137	833	874
24.	14	585	250	165	832	856
25.	14	585	208	207	827	845
26.	14	585	166	249	846	853
27.	14	585	137	278	853	867
28.	14	585	104	311	872	886
29.	14	585	59	356	890	908
30.	14	585	—	415	904	920
31.	12	500	429	71	900	940
32.	12	500	333	167	810	840
33.	12	500	250	250	808	830
34.	12	500	200	300	830	845
35.	12	500	167	333	850	865
36.	12	500	71	429	880	910
37.	8	333	667	—	974	1008
38.	8	333	533	134	780	866
39.	8	333	445	222	778	780
40.	8	333	334	333	778	820
41.	8	333	267	400	778	860
42.	8	333	167	500	778	910
43.	8	333	95	572	890	930
44.	8	333	—	667	960	1000
45.	6	250	643	107	776	890
46.	6	250	450	300	770	795
47.	6	250	300	450	768	860
48.	6	250	250	500	768	890
49.	6	250	150	600	768	925
50.	3	125	657	218	778	810
51.	3	125	438	437	778	850
52.	3	125	218	657	780	860
53.	—	—	1000	—	961	961
54.	—	—	720	280	779	779
55.	—	—	400	600	779	898
56.	—	—	—	1000	1083	1083

vidusz pontjait szemlélteti, az ezüsttartalom függvényében. Az ábrából látható, hogy 445°/₀₀ ezüsttartalomnál eutektikumhoz igen közel álló tulajdonsággal rendelkező ötvözet van. Méréseink szerint az olvadási hőköz mindössze 2 °C. Ennek az ötvözetnek a forrasztásakor különös gonddal kell eljárni.

Más karátszámú ötvözetek ábrázolásától eltekintünk, ugyanis ezeknek az ötvözeteknek feldolgozott mennyisége a 18, 14 és a 8 karátosokhoz viszonyítva elenyésző.



6. ábra. A 14 karátos ötvözetek termikus pontjai



7. ábra. A 8 karátos ötvözetek termikus pontjai

Az ötvözetek mechanikai tulajdonságai

Előállított ötvözeteink mechanikai tulajdonságainak vizsgálatánál szintén a feldolgozás szempontjait tartottuk fontosnak. Így a keménység, szakítószilárdság, nyúlás értékeit mértük.

E tulajdonságokat ötvözeteinknél lágy és alakított állapotban vizsgáltuk. Három mérési eredmény átlagának értékét a *2. táblázatban* összesítettük.

Az arany-ezüst-réz rendszer alkotói szinállapotban csak jelentéktelen keménységgel rendelkeznek. Míg a kétalkotós arany-ezüst rendszerben a szilárdoldat képződés következtében a mechanikai tulajdonság jelentéktelenül változik, addig az arany-réz és ezüst-réz ötvözetek esetében a növekedés igen jelentős.

A ternér ötvözetek mechanikai tulajdonságait először *Sterner Rainer* vizsgálta. Eredményeit méréseink során lényegében igazolni tudtuk.

A legnagyobb keménységi értéket a ternér rendszer középső részén lévő ötvözeteknél kaptuk. A ternér rendszernek mint kiugró keménységi csúcsát az 500°/₀₀ aranytartalmú ötvözet képezi, melynél az ezüst- és réz ötvöző aránya 1 : 1.

A mechanikai értékeket szemléltetően az előzőkhöz hasonlóan csak a gyakorlatban leginkább

2. táblázat

Az ötvözetek mechanikai tulajdonságai

Sorszám	Összetétel, ‰	Alakítás, %	Keménység, HV kp/mm²	Szakítószilárdság, σ_B kp/mm²	Nyúlás, δ %
1.	Au 1000	0	25	12	45
		15	43	16	16
		30	52	18	6
		60	58	22	4
2.	Au 916	0	48	26	39
	Ag 63	15	86	34	14
	Cu 21	30	94	41	5
		60	105	45	2
3.	Au 916	0	57	30	34
	Ag 42	15	101	40	12
	Cu 42	30	110	45	3
		60	123	51	2
4.	Au 916	0	64	32	35
	Ag 21	15	115	42	11
	Cu 63	30	124	47	3
		60	140	54	2
5.	Au 833	0	64	35	37
	Ag 125	15	100	43	11
	Cu 42	30	119	49	4
		60	142	56	2
6.	Au 833	0	88	44	42
	Ag 84	15	122	52	16
	Cu 83	30	141	60	3
		60	167	70	2
7.	Au 833	0	104	44	43
	Ag 42	15	134	58	16
	Cu 125	30	160	69	5
		60	180	83	2
8.	Au 750	0	32	19	36
	Ag 250	15	25	25	16
	Cu —	30	78	29	5
		60	93	35	3
9.	Au 750	0	65	34	47
	Ag 214	15	114	40	15
	Cu 36	30	127	46	5
		60	138	56	3
10.	Au 750	0	97	46	45
	Ag 167	15	141	55	19
	Cu 83	30	149	67	6
		60	176	76	
11.	Au 750	0	105	48	42
	Ag 125	15	148	61	22
	Cu 125	30	160	74	6
		60	182	85	3
12.	Au 750	0	123	49	36
	Ag 83	15	166	63	23
	Cu 167	30	176	76	7
		60	197	91	3
13.	Au 750	0	125	49	38
	Ag 36	15	156	56	16
	Cu 214	30	177	66	4
		60	205	89	2
14.	Au 750	0	110	53	42
	Ag —	15	143	62	15
	Cu 250	30	178	69	4
		60	201	89	2
15.	Au 666	0	66	40	36
	Ag 286	15	114	46	12
	Cu 48	30	131	52	4
		60	146	60	2
16.	Au 666	0	97	51	38
	Ag 223	15	124	65	13
	Cu 111	30	144	71	5
		60	161	80	4
17.	Au 666	0	115	54	40
	Ag 167	15	145	60	17
	Cu 167	30	179	70	8
		60	195	81	4
18.	Au 666	0	118	51	43
	Ag 111	15	143	59	21
	Cu 223	30	166	74	6
		60	191	85	3
19.	Au 666	0	110	46	49
	Ag 48	15	140	58	25
	Cu 286	30	160	66	5
		60	186	80	2
20.	Au 585	0	34	21	38
	Ag 415	15	70	28	15
	Cu —	30	79	31	5
		60	98	36	4
21.	Au 585	0	78	45	35
	Ag 356	15	105	62	12
	Cu 59	30	118	72	4
		60	139	79	2
22.	Au 585	0	98	52	34
	Ag 311	15	139	63	13
	Cu 104	30	157	75	4
		60	182	84	3
23.	Au 585	0	111	53	34
	Ag 278	15	169	64	13
	Cu 137	30	182	75	3
		60	206	84	2
24.	Au 585	0	121	54	33
	Ag 250	15	176	64	13
	Cu 165	30	189	75	3
		60	215	85	2
25.	Au 585	0	142	55	34
	Ag 208	15	156	69	12
	Cu 207	30	171	77	5
		60	186	85	3
26.	Au 585	0	140	55	37
	Ag 166	15	154	70	15
	Cu 249	30	165	78	6
		60	181	82	3
27.	Au 585	0	129	52	38
	Ag 137	15	147	69	21
	Cu 278	30	159	80	7
		60	173	94	3
28.	Au 585	0	121	49	40
	Ag 104	15	162	65	24
	Cu 311	30	183	76	6
		60	207	91	3

Sorszám	Összetétel, ‰	Alakítás, %	Keménység, HV kp/mm²	Szakítószilárdság, σ_B kp/mm²	Nyúlás, δ %
29.	Au 585	0	109	45	44
	Ag 59	15	142	61	42
	Cu 356	30	167	68	6
		60	201	91	3
30.	Au 585	0	84	41	52
	Ag —	15	132	54	26
	Cu 415	30	150	65	7
		60	180	82	3
31.	Au 500	0	81	44	36
	Ag 429	15	115	47	10
	Cu 71	30	137	54	5
		60	156	66	3
32.	Au 500	0	134	61	27
	Ag 333	15	166	73	13
	Cu 167	30	179	89	3
		60	193	107	3
33.	Au 500	0	150	57	27
	Ag 250	15	174	74	7
	Cu 250	30	185	91	3
		60	200	102	2
34.	Au 500	0	148	56	29
	Ag 200	15	168	67	9
	Cu 300	30	175	86	4
		60	191	102	2
35.	Au 500	0	137	55	34
	Ag 167	15	160	62	16
	Cu 333	30	170	84	4
		60	188	93	2
36.	Au 500	0	108	48	41
	Ag 71	15	134	62	20
	Cu 429	30	154	74	5
		60	174	89	2
37.	Au 333	0	34	20	39
	Ag 667	15	42	28	24
	Cu —	30	51	36	12
		60	74	38	9
38.	Au 333	0	92	47	25
	Ag 533	15	148	58	5
	Cu 134	30	154	65	4
		60	169	71	3
39.	Au 333	0	110	49	24
	Ag 445	15	138	59	5
	Cu 222	30	150	68	3
		60	170	72	1
40.	Au 333	0	112	54	23
	Ag 334	15	134	63	6
	Cu 333	30	156	71	4
		60	170	72	1
41.	Au 333	0	110	53	24
	Ag 267	15	122	65	7
	Cu 400	30	150	71	2
		60	172	79	2
42.	Au 333	0	107	51	33
	Ag 167	15	140	63	10
	Cu 500	30	157	71	5
		60	182	83	4
43.	Au 333	0	102	46	40
	Ag 95	15	140	57	17
	Cu 572	30	150	57	4
		60	161	88	2
44.	Au 333	0	71	43	37
	Ag —	15	86	54	16
	Cu 667	30	95	62	6
		60	112	81	3
45.	Au 250	0	73	39	30
	Ag 643	15	140	48	5
	Cu 107	30	150	57	4
		60	166	61	3
46.	Au 250	0	94	45	27
	Ag 450	15	134	52	7
	Cu 300	30	142	58	4
		60	157	69	3
47.	Au 250	0	97	46	29
	Ag 300	15	134	52	7
	Cu 450	30	142	68	4
		60	159	75	2
48.	Au 250	0	100	46	31
	Ag 250	15	129	56	11
	Cu 500	30	149	63	4
		60	165	75	3
49.	Au 250	0	96	47	32
	Ag 150	15	143	57	12
	Cu 600	30	160	65	5
		60	176	68	3
50.	Au 125	0	74	36	32
	Ag 657	15	130	41	8
	Cu 218	30	142	52	5
		60	158	63	3
51.	Au 125	0	78	38	32
	Ag 438	15	131	42	8
	Cu 437	30	145	53	5
		60	162	64	3
52.	Au 125	0	84	43	33
	Ag 218	15	136	48	11
	Cu 657	30	145	59	9
		60	171	67	4
53.	Au —	0	28	15	55
	Ag 1000	15	54	21	17
	Cu —	30	62	26	7
		60	76	29	6
54.	Au —	0	81	33	32
	Ag 720	15	110	48	7
	Cu 280	30	120	51	6
		60	136	58	4
55.	Au —	0	68	30	36
	Ag 400	15	103	37	7
	Cu 600	30	118	43	5
		60	136	49	3
56.	Au —	0	48	25	38
	Ag —	15	79	32	10
	Cu 1000	30	83	37	5
		60	96	41	4

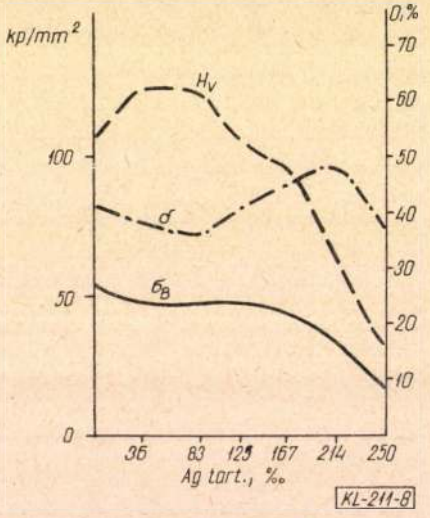
használatos 18, 14 és 8 karátos ötvözeteknél ábrázoljuk. Az ötvözetek mechanikai tulajdonságainak változását az ezüsttartalom függvényében mutatjuk be. Ábráinkon csak a lágy, tehát 0% alakításnak megfelelő értékek szerepelnek, mert adataink azt bizonyítják, hogy az alakítás mértékének megfelelően arányosan változnak a mechanikia tulajdonságok értékei.

A *8. ábrán* a 18 karátos, a *9. ábrán* a 14 karátos és a *10. ábrán* a 8 karátos ötvözetek mechanikai tulajdonságait ábrázoltuk az ezüsttartalom függvényében.

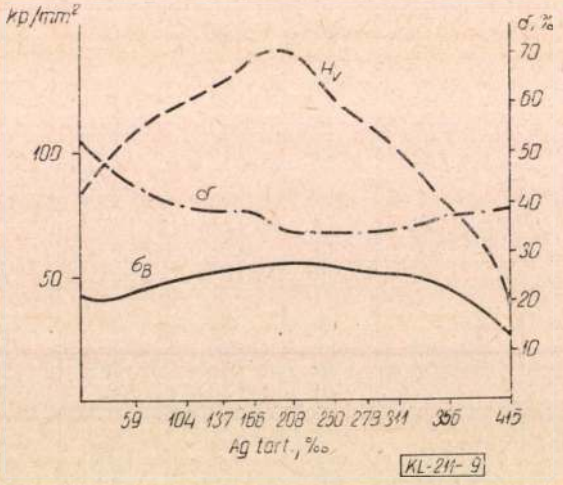
Mindhárom ábrából látható, hogy a keménységi érték a két ötvözőfém (ezüst, réz) közel 1 : 1 arányánál mutatja a legnagyobb értéket, ugyanakkor mindhárom típusnál a nagy keménységi érték kedvezőtlen nyúlással párosul.

A megmunkálás szempontjából, tehát célszerű ezeknél az ötvözeteknél olyan összetételt választani, mely a keménységi maximummal nem esik egybe.

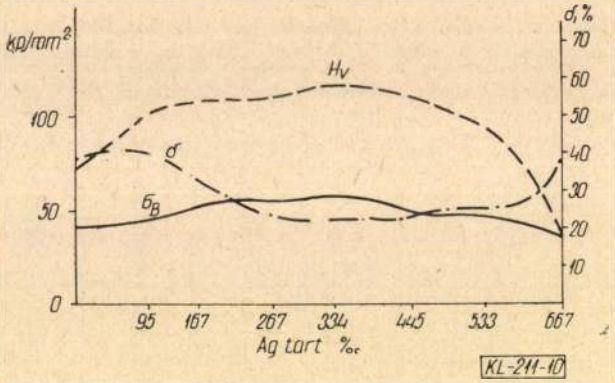
A 18 karátos ötvözetek könnyebben megmunkálhatók, mint a 14 vagy 8 karátosak. A megmunkálás szempontjából a 18 karátos ötvözeteknél is a



8. ábra. A 18 karátos ötvözetek mechanikai tulajdonságainak változása



9. ábra. A 14 karátos ötvözetek mechanikai tulajdonságainak változása



10. ábra. A 8 karátos ötvözetek mechanikai tulajdonságainak változása

réz vagy ezüst ötvözőben szegényebb ötvözetek előnyösebb tulajdonságokat mutatnak, mint az ötvözőket közel 1 : 1 arányban tartalmazó ötvözetek.

A heterogén fázisok miatt ezek az ötvözetek is nemesíthetők. Az aranyművesek előtt tapasztalat alapján már rég ismertté vált a legelőnyösebb hőkezelési módszer. Tudták, hogy egyes ötvözetek izzás után lassú hűlés mellett nehezen dolgozhatók fel, viszont gyors hűtés esetén ezek az ötvözetek is feldolgozhatók, tehát lágyabbak, nyújthatóbbak lesznek. Kis keménység, nagy alakíthatóság képezi ma is az ékszerek anyagául választott ötvözetek tulajdonsági jellemzőjét. A feldolgozás folyamán (kalapálás, nyomás, hengerlés stb.) az anyag megszerzi az alkalmazhatóságához szükséges keménységet.

Hőkezeléssel történő keménységnövelés az ékszergyártás területén még napjainkban sem terjedt el.

Az ötvözetek színe

A ternér ötvözetrendszer igen jellemző tulajdonsága, hogy azonos aranytartalmú ötvözetet különböző színekben állíthatunk elő.

Ékszergyártás során az aranyművesek a színválaszték lehetőségét gyakran ki is használják, azonos karátú díszítő elemek alkalmazásával. (Pl. vörös aranytárgy fehér arany díszítéssel, vagy sárga aranytárgy zöldarany díszítéssel stb.)

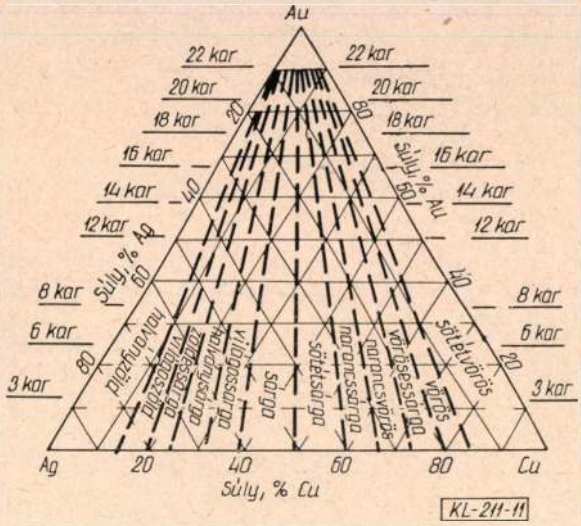
Az ötvözetek színét az ezüst és réz ötvöző aránya szabja meg. Magas ezüsttartalmú ötvözetek zöld színűek. Az ezüsttartalom csökkenésével a szín sárgán keresztül fokozatosan vörösbe megy át.

A rendszer tulajdonságainak vizsgálatához előállított ötvözeteink színe alapján a ternér rendszer színtérképét összeállítottuk *(11. ábra)*.

Az egyes színek határát képező vonalak természetesen nem ilyen élesen választják el a színterületet. Ezek a területek fokozatosan tónusokon keresztül változnak.

Meg kell említeni a különböző ötvöző fémekkel előállított színeket is, noha ezek már nem tartoznak szorosan a ternér rendszerhez.

Az ötvözet sárga színét 30—50‰ horgannyal mélyíthetjük. A horganyt az ezüsttartalom terhére adagoljuk.



11. ábra. Az arany—ezüst—réz ötvözetrendszer szintértkép

Zöld színű ötvözeteknél a színerősítést kadmiummal végezhetjük. Alumínium beötvözéssel ibolyaszínt, pálládiummal, nikkellel fehér színt kapunk.

Indium ötvözése világos kék színt ad ($AuIn_2$), míg káliummal olivazöld szín állítható elő (AuK_4), rubidiumos ötvözet mély zöld színt mutat (Au_2Rb), stb.

Kevésbé ismert az a jelenség, hogy lágy állapotban mutatott színtónusok az alakítás folyamán változnak. A világoszöld ötvözetek alakítás során sárgászöld színűek lesznek. A színváltozás a narancsvörös színű ötvözeteknél is megfigyelhető. Ennek oka az alakítás folyamán bekövetkező rácstorzulás.

Célkitűzésünk az volt, hogy megismerjük az arany-ezüst-réz ternér rendszernek azokat a tulajdonságait, melyek a feldolgozást befolyásolják. Nagy számú mérésünk alapján készített ábrákkal és táblázatokkal a felhasználóknak segítséget nyújtsunk, hogy a szükséges ötvözetet a célnak megfelelően tudják kiválasztani és előre tisztában legyenek a kiválasztott ötvözet jellemző tulajdonságaival.

Eredményeink alapján általánosan levonható törvényszerűség az, hogy a legnagyobb keménységi értékkel azok az ötvözetek rendelkeznek, melyeknél az ezüst és réz ötvöző aránya 1 : 1. A rendszer ötvözetei zömmel (a heterogén fázis miatt) nemesíthetők. Hideg alakítással kapcsolatos keményedésük hőkezeléssel fokozható. Jól átgondolt utólagos hőkezelés az aranyműves iparnak új utakat nyithat.

Az anyag különleges tulajdonságainak ismerete lehetővé teszi a feldolgozás nehézségeinek a kiküszöbölését, a hibák elkerülését és módot nyújt az arany-ezüst-réz ötvözetek által nyújtott lehetőségek jobb kihasználására.

IRODALOM

L. Sterner—Rainer: Edelmetallegierungen und Amalgame. Berlin 1930. Verlag Hermann Meusser.

J. Lauser und *E. Wagner:* Zeitschrift für Metallkunde 1953. 07. 52.

Diebeners: Handbuch Des Goldschmiedes — Diebener Verlag.

Verő J.: Általános Metallográfia Budapest, 1952. Akadémia Kiadó.

Gonda—Laboda: Forrasztás. Budapest, 1962. Műszaki Könyvkiadó.

Laboda S.: Mérés és Automatika 1966. 03.

Tapasztalatok egy automatikus működésű nagyhőmérsékletű dilatométerrel

LAKATOS TAMÁS tudományos munkatárs
Fémipari Kutató Intézet

DK: 620.179.7 : 62—114 : 536.4 : 548.001.5

A hőtágulás mérése, adott anyagminta esetében, annak jellegzetes fizikai tulajdonságán kívül az abban hőhatásra lejátszódó, egyes fizikai és kémiai változásokra is gyakran útmutatást ad. A leírt, 1600 °C-ig felfűthető, automatikus működésű, kombinált dilatometer és DTA berendezéssel elvégzett mérések bemutatott jellegzetes példái szemléltetik annak széles felhasználási területét, valamint egyszerű, kényelmes és termelékeny üzemét.

A szilárd anyagok térfogata hő hatására kisebb-nagyobb mértékben megváltozik, általában a hőmérséklettel növekszik. A szilárd anyag elemi részecskéi az atomok, ionok, ill. molekulák bár helyhez kötöttek, rezgési középpontjuk körül állandóan gyors rezgőmozgást (hőmozgást) végeznek. Hő hatására a részecskék rezgőmozgásának amplitúdója megnő, ami a kristály rácstávolságának, ill. az anyag térfogatának megváltozását eredményezi. A szabályos rendszerben kristályosodó (izotróp) anyagok kivételével a hőkiterjedés mértéke a különböző szimmetriatengelyek irányába eltérő szokott lenni (anizotróp). Az amorf anyag részecskéinek egymáshoz viszonyított helyzete viszont rendszertelen, ezért hő hatására izotróp anyagként viselkedik [1].

Szilárd anyagoknál a térfogatváltozás helyett a lineáris hőtágulás mértékét szokták meghatározni. A méretváltozás (Δl) és az eredeti hosszúság (l_0) között a következő összefüggés áll fent:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \qquad (1)$$

Az egyenletben a ΔT a hőmérsékletváltozás, az α pedig a lineáris hőkiterjedési együttható. Ez utóbbi az anyagra szintén jellemző szám, izotróp anyagoknál egy, anizotrópoknál több lineáris hőkiterjedési együtthatóval kell számolni attól függően, hogy a kristály melyik szimmetriatengelyének irányában mérjük a hőtágulást.

A dilatációs vizsgálatoknál tehát a mintavétel és a próbatest elkészítése nagy körültekintést igényel (pl. az öntött anyagú próbatestek, mint a tűzálló kádkövek). Sok esetben a lineáris hőtágulás meghatározása mellett inkább a különböző fizikai vagy kémiai változások során minden esetben bekövetkező (gyakran a hőtágulásnál nagyságrendekkel nagyobb) méretváltozások megfigyelése a cél. Az esetek túlnyomó többségében ugyanis csak egy bizonyos hőmérsékleti tartományban változik az anyagok térfogata lineárisan. Amikor a mintában valamilyen fizikai vagy kémiai átalakulás megy végbe, a próbatest méretváltozása az előbbitől eltérő lesz. A kémiai reakciók (pl. kristályvízleadás, hőbomlás, cserebomlás stb.) vagy a fizikai átalakulások (pl. állapot- vagy módosulatváltozások stb.) ugyanis a kérdéses anyag rácsszerkezetének szükségszerű megváltozását idézik elő. A méretváltozás iránya és mértéke, valamint a folyamat jellemző kezdeti és véghőmérséklete értékes támpontul szolgálhatnak a mintában végbement mennyiségi és minőségi változás szempontjából. A nagyhőmérsékletű dilatometria tehát jól alkalmazható az anyagban végbemenő változások tanulmányozására.

Az anyagok hőkiterjedésének meghatározására számos megoldást dolgoztak ki, amelyek elvi működés szempontjából két nagy csoportra oszthatók aszerint, hogy segítségükkel a próbatest méretváltozásának abszolút értékét, vagy a méretváltozásnak egy összehasonlító-anyag méretváltozásához viszonyított értékét lehet meghatározni [1, 2]. A különböző módszereket itt nem részletezem, inkább az általunk használt és az irodalom szerint is legelterjedtebb ún. *„csőmódszert"* fogom részleteiben tárgyalni.

A *Fémipari Kutató Intézetben* (FKI) 1966 óta van használatban a *Chemisches Laboratorium für Tonindustrie* cég által gyártott *Steger* típusú, automatikus hőfokszabályozású és a mért értéket automatikusan regisztráló DTA-méréssel kombinált csődilatométer *(1. ábra)*.

A készülék lineáris hőfok-programozású, 1600 °C határhőmérsékletig használható. A kemence- és próbatest-hőmérséklete, a hőtágulás, valamint a DTA regisztrálása automatikusan történik egy *Lindeck—Rothe* rendszerű kompenzátor-erősítős regisztrálón. Az egyes mérési helyek a következők:

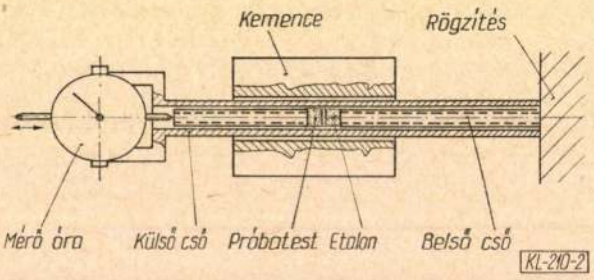
1. kemence hőmérséklet
2. hőtágulás, ill. csavarási szög*
3. DTA, ill. csavarónyomaték
4. próbatest hőmérséklet
5. nyomott DTA, ill. csavarási szög
6. DTA

A fűtési program tetszés szerint változtatható és az *1. táblázatban* látható ciklusidők alapján állítható be:

1. táblázat

Idő						
perc	30	40	60	80	120	240
óra	3	4	6	8	12	24
óra	18	24	36	48	72	144
óra	108	144	216	288	432	864

A kemence felfűtését programtárcsa szabályozza. A szabályozókörben termikus visszavezetés van, csökkentve a hőtehetetlenséget. A mérőkörben ezenkívül egy hőelem törésbiztosító is van: ha a hőelem megszakad, ez kikapcsolja a fűtést.



2. ábra. A dilatometer működési elve

A hőtágulás mérés működési elvét jól szemlélteti a *2. ábra:* két kerámia cső között van elhelyezve a próbatest (l_0=50 mm) és az etalon (l_0=50 mm), és ez az egyik oldalán fixen rögzített, másik oldalán a dilatométeróra érzékelőjéhez támaszkodik. A mérőóra a külső csőhöz van erősítve, így annak hőtágulását *„kiiktatja"* a mérőrendszerből. A mérőóra szerkezete az elmozdulást felnagyítja: egy körülfordulás 1 mm-t jelent (az íróművön 100 mV=250 mm papírszélesség).

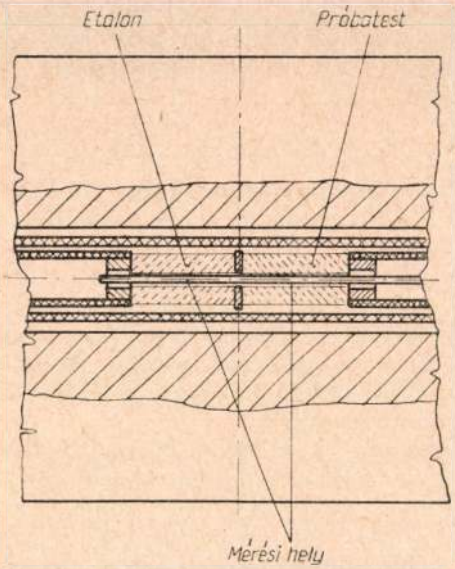
Ha a hőtágulás nagyobb 1 mm-nél, az írómű automatikusan vált (25 mm mozgási lehetőség), így a kontrakció vagy dilatáció milliméterenként regisztrálható.

A DTA mérését a *3. ábra* szemlélteti. Az etalon és a próbatest közötti hőfok-különbség a galvanométer-blokkon keresztül jut a regisztráló egységbe.

A hőtágulás mérésekor adott elrendezés mellett számolni kell a kompenzációs és korrekciós tényezőkkel. A mérőóra akkor nem mutat kitérést, ha a külső- és belső-cső egyenlő hosszú, egyforma hőtágulású és egyező hőmérsékletű lenne.

1. ábra. A kombinált DTA — dilatometer berendezés

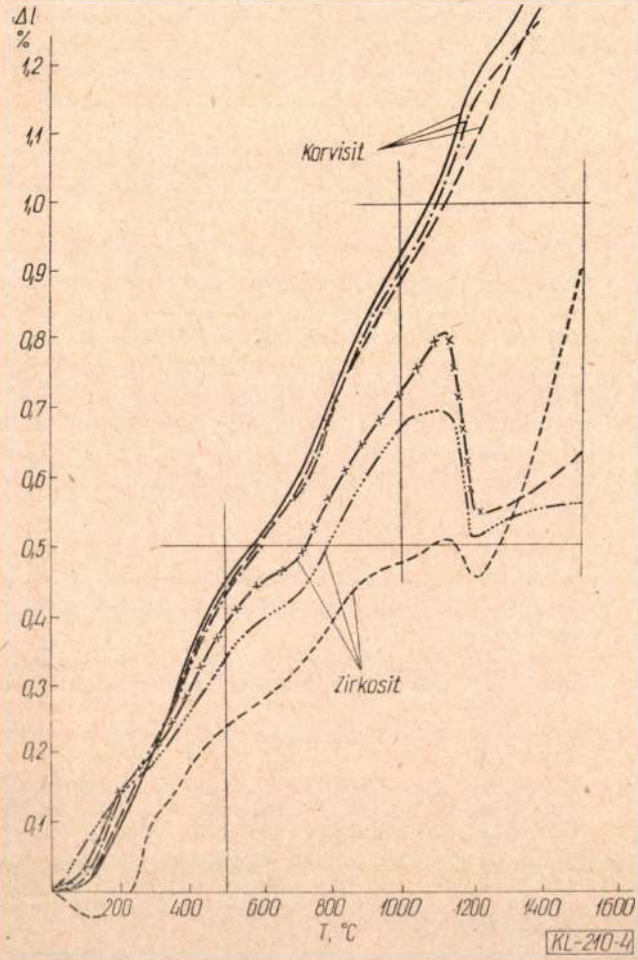
* A készülékhez csavaróberendezés is tartozik.



3. ábra. A DTA — mérés elvi megoldása a berendezésen

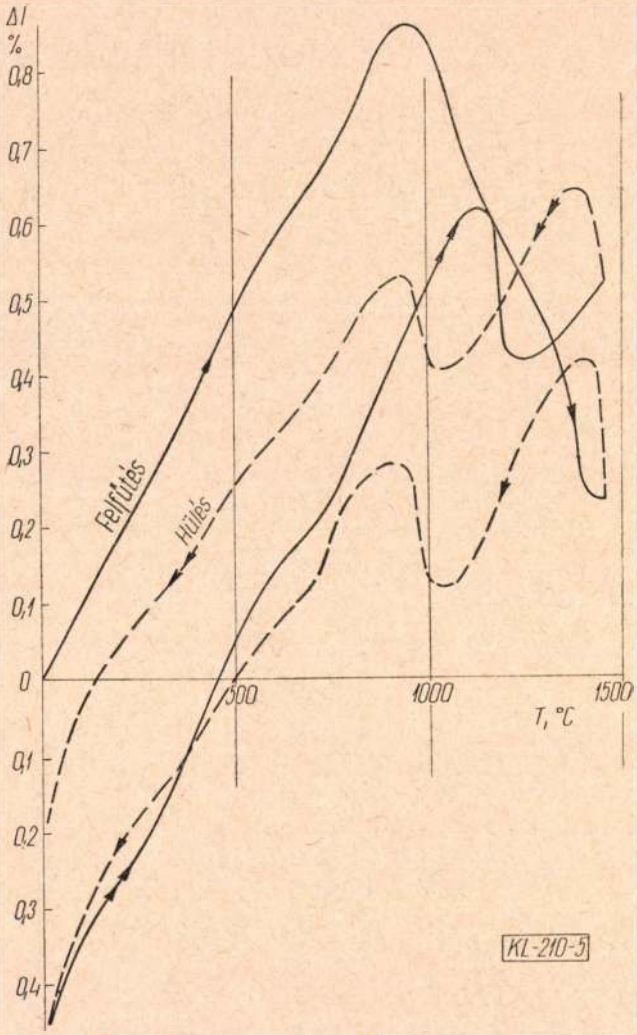
Hevítés közben az utóbbi feltétel nem érvényes, próbatest behelyezésekor a másik két feltétel sem érvényes.

A mért értékhez tehát hozzá kell adni a belső cső megfelelő hosszára eső elméleti hosszváltozást:



4. ábra. Korvisit (α — Al_2O_3 anyagú) és Zirkosit (α — Al_2O_3 — és baddeleyit anyagú) idomkövek anyagának hőtágulás—hőmérséklet diagramjai

ez lenne a „*valódi*" hosszváltozás. A gyakorlatban másként történik a korrekció: behelyezünk a berendezésbe egy ismert hőtágulású etalont és ezzel felvesszük a hitelesítési görbét. Ezt összehasonlítva az elméleti görbével, kapjuk a korrekciós értékeket bármelyik hőmérsékleten. Ezen értékekkel kell a mért $\Delta l - T$ görbét a megfelelő hőmérsékle-



5. ábra. Zirkosit minta két egymást követő felfűtés során rögzített hőtágulás—hőmérséklet diagramjainak eltérése

teknél korrigálni. Matematikai formában felírva az elmondottakat:

$$K_T = (\Delta l_{E\,\text{elm.}}) - (\Delta l_{E\,\text{mért}}) \qquad (2)$$

ahol K_T egy T hőmérséklethez tartozó korrekciós tényező (mm)

$\Delta l_{E\,\text{elm.}}$ az etalon elméleti (abszolút) hőtágulása, ugyancsak T hőmérsékletnél ($l_0 = 50$ mm)

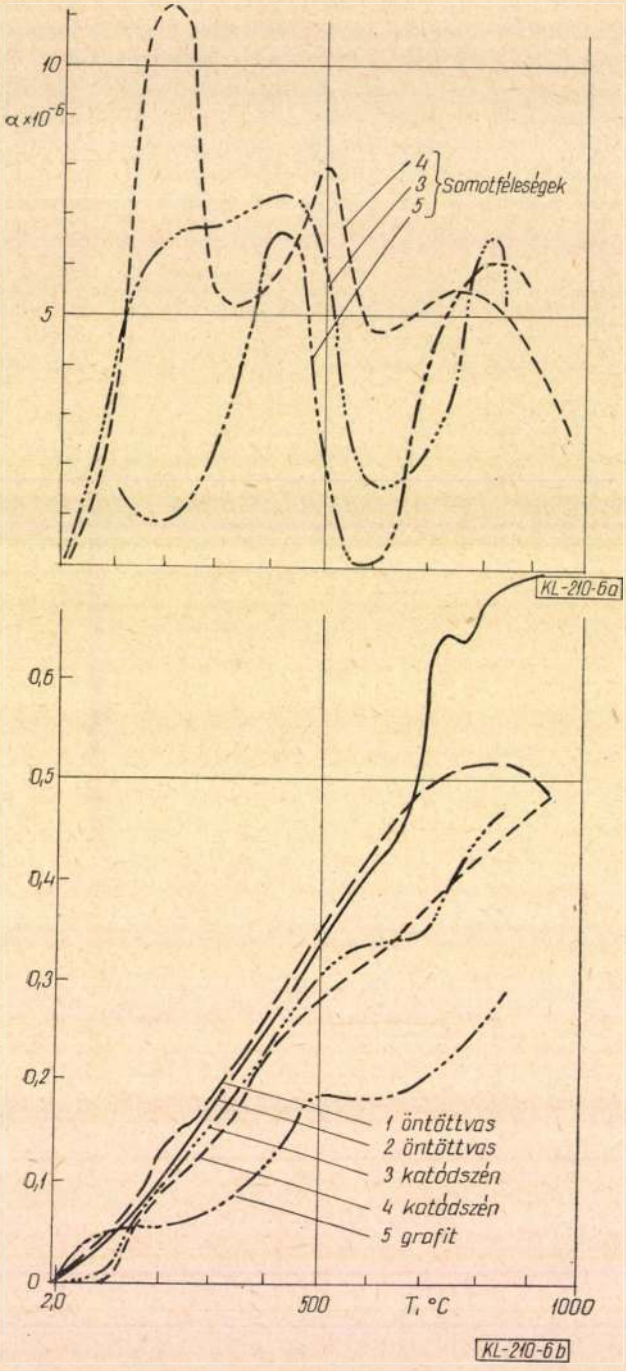
$\Delta l_{E\,\text{mért}}$ az ismert hőtágulású etalonnal mért érték T hőmérsékleten ($l_0 = 50$ mm)

A próbatest valódi hőtágulása ($\Delta l_{x\,\text{val.}}$):

$$\Delta l_{x\,\text{val.}} = (\Delta l_{x\,\text{mért}}) + (K_T)\ (\text{mm}) \qquad (3)$$

és

$$\Delta l_{x\,\text{val.}} = [(\Delta l_{x\,\text{mért}}) + (K_T)] \cdot 2(\%)$$



6a. ábra. Különböző samotféleségek hőtágulás — hőmérséklet diagramjai

6b. ábra. Öntöttvas és katódszén-féleségek, valamint grafit hőtágulás—hőmérséklet diagramjai

A korrekciós görbéket minden egyes felfűtési sebességre fel kell venni, különösen akkor, ha a fűtési programba hőntartást iktatunk be.

Megjegyzendő még, hogy a próbatestet a súrlódás tartja a helyén: egy ellennyomás adható — amely a DIN 51054 szabvány szerint nem lehet több 50 pond/cm²-nél — a belső csőre.

Több nemzetközi bizottság (ISO, PRE, AGARD) rendszeres, összeegyeztetett munkája nyomán 1970-ben megszületett egy szabványtervezet, amely részletesen foglalkozik a különböző kerámiai anyagok, üvegek stb. dilatációsmérésének körülményeivel [3].

A Tonindustrie-berendezés munkaterülete

Több éve rendszeres hőtágulás-vizsgálatot végzünk *korund-*, valamint *korund-baddeleyt* anyagú idomköveken [4]. E munka során sikerült összefüggést találni az öntött idomok hőtágulása, vegyi összetétel és az ún. ütőpróbák által kapott eredmények között. A hőtágulásmérések eredményei alapján igen szembetűnő módon érzékelhető a vizsgált próbatestek anyagának szövetszerkezeti (textura) kihatása [5].

Példaképpen a *4. ábrán* mutatjuk be néhány *Korvisit* és *Zirkozit* (a *Mosonmagyaróvári Timföld és Műkorundgyár* olvasztott anyagú $\alpha - Al_2O_3$, illetőleg korund-baddeleyt idomkő termékeinek kereskedelmi megjelölése) jellegű minta $\Delta l - T$ diagramját. Az *5. ábra* egy $ZrO_2 - Al_2O_3 - SiO_2$ anyagú kísérleti jellegű minta hőtágulási görbéjét mutatja kétszer egymásutáni felfűtés (6 óra) és hűlés (18 óra) során. A görbén jelentkező éles lehajlás (1100—1200 °C) a ZrO_2 szerkezetváltozásának tudható be. A maradó alakváltozás egyrészt a mintában előfordult feszültség feloldásának, másrészt a magas hőmérsékleten olvadék-szilárd fázisok végbemenő rendeződésének következménye.

Ezenkívül vizsgálatokat végeztünk még a különböző katódszenek, raffináló grafitok, samottanyagok stb. hőtágulásának meghatározására, melyekből a *6. ábrán* mutatjuk be néhánynak a $\Delta l - T$ és $\alpha - T$ diagramját.

Az α értéke a hőtágulás sebességére jellemző érték $\left(\frac{dl}{dT}\right)$.

Minthogy a nagytűzállóságú anyagokkal, valamint kettősanyagokkal (pl. fémmel kombinált) szembeni követelmények állandóan emelkednek, a nagyhőmérsékletű dilatometria szerepe mindinkább előtérbe kerül. Eddigi tapasztalatainkra támaszkodva bizunk abban, hogy továbbra is értékes segítséget tudunk nyújtani az ipar szakembereinek ilyenirányú anyagvizsgálati problémáik megoldásában.

IRODALOM

[1] *Paulik F.—Paulik J.:* Termoanalízis, Műszaki Könyvkiadó, 1963. 117.

[2] *Andrä, W.:* Über ein automatisches Registrierdilatometer und einige spezielle Anwendungen. Verl. Technik, Berlin 1954.

[3] *Thormann, P.:* Tonindustrie Zeitung, 94,12 1970. 500—503.

[4] *Romwalter, A.—Vassel K. R.—Gurubi, L.:* Proceedings of the Research Institute for Non-Ferrous Metals, Akad. Könyvkiadó, 1971. 131—139.

[5] Fémipari Kutató Intézet: Olvasztott anyagú, tűzálló termékek tulajdonságainak javítása, valamint előállítási módszereinek fejlesztése. Összefoglaló jelentés. 1970.

Beszámoló belföldi konferenciáról

Beszámoló a Székesfehérvári Könnyűfémműben 1971. november 24-én megtartott ipargazdasági ankétról

A *Fémkohászati Szakosztály* Ipargazdasági Szakcsoportja, a *Székesfehérvári Könnyűfémműben dr. Dobos György*, az OMBKE alelnöke, a MAT vezérigazgatója elnökletével 1971. november 24-én egésznapos ankétot szervezett.

Az előadásokat *dr. Trethon Ferenc*, a NIM Közgazdasági Főosztályának vezetője, *Jeszenszky István*, a MAT vezérigazgatóhelyettese és *Kiss Lajos*, a Székesfehérvári Könnyűfémmű gazdasági igazgatóhelyettese tartották. Az előadások a gazdaságirányítás népgazdasági, tröszti és vállalati szintű időszerű problémáiról szóltak.

Trethon Ferenc a technológiai előrejelzések elsődlegességéről, a komplex információs rendszer fontosságáról, a számítógépek szerepéről, a rendszer-tervezők és programmozók munkaköréről, a munkaszervezés fontosságáról, a vezetői munka egyes kérdéseiről, a MAT-on belüli vertikális integrálódásról, a vállalati önállóság kérdéseiről tartott előadást.

Jeszenszky István a MAT újszerű viszonyáról az állami szervekhez, az alumínium árképzésről, a hosszútávú szerződésekről, a centralizált értékesítésről, a beszerzési árak emelkedéséről, a pénz- és hitelügyekről, a terv szerinti forgóalap átcsoportosításáról, a beruházési piac problémáiról, a tervek realitásáról, a forgóeszköz-gazdálkodásról, az anyagkészletnormák fontosságáról, belső árrendszerünkről, az élő munka hatékonyságáról beszélt.

Kiss Lajos a Székesfehérvári Könnyűfémmű nagyberuházásáról, a beruházás gazdasági kihatásáról, a piaccal kiépített kapcsolataikról, belső szervezeti változásaikról, a közös nyereség-érdekeltség kérdéseiről és ugyancsak a készletgazdálkodásról tartott tájékoztatót.

Az előadásokat hozzászólások egészítették ki. A hozzászólások a munkaerőgazdálkodás, a fejlesztés, a fizetőképesség, a készletgazdálkodás időszerű kérdéseivel foglalkoztak. Az ankét anyagát *dr. Dobos György* vezérigazgató elvtárs foglalta össze, felvázolva azokat a teendőket, amelyek a mai problémák megoldását lehetővé teszik.

Az ankét szünetében a résztvevők megtekintették a Könnyűfémműben szervezett alumíniumipari múzeumot és kiállítást, amely jól reprezentálja a magyar alumíniumipar dinamikus fejlődését.

Dr. Szabó Jenő

Fémkohászattani Tanszék hírei

1971. szeptember 1-én a *Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem* felterjesztésére a *Művelődésügyi Minisztérium dr. Dobos Györgynek*, a MAT vezérigazgatójának az egyetem érdekében végzett eddigi munkájáért a *címzetes egyetemi tanári* címet adományozta.

*

1971. szeptember 14—16 között az *Osztravai Bányászati Főiskola* által *Osztravában* megtartott V. Tudományos Konferencián *Riedl István* adjunktus az alábbi előadásokat tartotta:

a) „*Herstellung von zur Feritfabrikation geeignerten Mangankarbonats mit grosser Anfangspermeabilität aus karbonatischen Erzen.*"
b) „*Einige Angaben zur Untersuchung der physikalisch-chemische Eigenschaften und thermodynamischen Funktionen der System $Na_2O—H_2O$ und $Na_2O—Al_2O_3—H_2O$.*"
c) „*Angaben zur Untersuchung der Schlaken, die durch komplexe Verarbeitung von Niederigmodul-Bauxiten gewonnen würden.*"

*

Az 1971/72-es tanév első félévében a *Fémkohászattani Tanszéken* az alábbi, meghívott előadók által előadott fakultatív tárgyak oktatása folyt:

Dr. Czeglédi Béla: Ioncserés és oldószeres extrakciós eljárások a fémkohászatban. (2 hetenként 2 óra, IV. éves vas- és fémkohász kohómérnökhallgatók részére.)
Dr. Siklós Péter: Fémkohászatban használt számítógépek. Algoritmus. (2 hetenként 2 óra, IV. éves vas- és fémkohász kohómérnökhallgatók részére.)
Dr. Stefán Mihály: Különleges híradástechnikai fémötvözetek előállítása. (2 hetenként 2 óra, IV. éves vas- és fémkohász kohómérnökhallgatók részére.)
Timár Vilmos: A világ alumíniumiparának helyzete. (2 hetenként 2 óra, V. éves vas- és fémkohász kohómérnökhallgatók részére.)
Dr. Várhegyi Győző: Sugárzó fémek kohászata. (2 hetenként 2 óra, V. éves vas- és fémkohász kohómérnökhallgatók részére.)

*

Az elmúlt tanév második félévében kísérletképpen bevezetett „kis zárthelyi módszer"-t tovább folytatja a Tanszék. A hallgatók minden gyakorlat elején az előző előadás és gyakorlat anyagából feltett három kérdésre 15 perc alatt írásban válaszolnak. A félév végén csak az kap gyakorlati jegyet, aki a félév folyamán feltett kérdéseknek legalább 50%-ára helyesen válaszolt. Ezzel a módszerrel kívánják folyamatos tanulásra bírni a hallgatókat.

Szepessy Andrásné

Alumíniumipari hírek

Magyar delegáció járt *Indiában* múlt év decemberében, *Timár Vilmos*, a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezérigazgatóhelyettesének vezetésével. A magyar delegáció *New Delhiben* tárgyalásokat folytatott a *Bharat Alumínium Co. Ltd.*, valamint egyes állami szervek vezetőivel, a magyar—indiai alumíniumipari kapcsolatok továbbfejlesztéséről.

A delegáció vezetőjén Timár Vilmos, a MTA műszaki vezérigazgatóhelyettesén kívül magyar részről a tárgyalásokon résztvettek *Vörös István*, a MTA műszaki főosztályvezetője, *dr. Tóth Béla*, az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó műszaki igazgatóhelyettese, *Bokor András*, az Aluterv igazgatóhelyettese, *Matez Ervin*, az Aluterv irodavezetője, *Kolossy Ernő*, az Aluterv főosztályvezetője, *dr. Deme Gyula*, a Chemokomplex kereskedelmi igazgatója, valamint *Zilahy Sándor* és *Madaras Jenő*, a Chemokomplex munkatársai.

A magyar delegáció indiai tartózkodása során megbeszéléseket folytatott *P. Dayal* úrral, az indiai központi kormány *Bánya- és Fémipari Minisztériumában* a fémipari ágazat főtanácsadójával, *Subramanyan* államtitkárral és helyettesével *Lakshmi Narayanan* urakkal, továbbá *Lt Gen N Sen Gupta* úrral, a Bharat Aluminium Company Limited vezérigazgatójával.

A megbeszéléseken a résztvevők megvitatták a jövőben nyújtandó magyar szolgáltatásokat.

Delegációnknak az indiai hatóságok képviselőitől kapott információi és szerzett benyomásai szerint a magyar—indiai alumíniumipari kapcsolatok már messze túlnőttek azokon az üzleti kereteken, amelyeket a megkötött és a tárgyalás alatt álló szerződések jelentenek. Az illetékes indiai vezető ipari körök igen komoly partnerként tekintenek a magyar alumíniumiparra a jövő terveik megvalósítása során.

E. Gy.

BALOGH LAJOS

1929—1971

Fiatalon, 42 éves korában, 1971. október 8-án ragadta el közülünk a halál barátunkat, kedves munkatársunkat, *Balogh Lajos* okl. kohómérnököt, Egyesületünk tagját.

Balogh Lajos 1929. május 11-én született Diósgyőrben. Már korán megismerkedett a munkával, fiatalon kezdett kovácsmesterséget tanulni és segédlevelet szerzett. Mint kovács a *Diósgyőri Vasgyár*ban kezdett dolgozni, majd ott iratkozott be a dolgozók gimnáziumába és egy éven belül különbözeti vizsgák letétele után, ott érettségizett. 1948 őszén beiratkozott a *Pécsi Péch Antal Bánya-Kohó és Mélyfúró Szakközépiskolába*, majd 1949. őszén a *Nehézipari Műszaki Egyetem* gépészmérnöki karára iratkozott. Egy év után különbözeti vizsgával a kohómérnöki karra került és itt államvizsgázott.

Mérnöki munkáját a *Tatabányai Alumíniumkohóban* kezdte el 1953-ban. Az elektrolízis üzemben különböző beosztásokban dolgozott és munkájával nagy megbecsülést szerzett beosztottjai körében. Újításaival, értékes javaslataival az üzem műszaki fejlődését nagymértékben segítette.

1960-tól a Beruházási Osztály vezetője volt és számos nagy beruházást vezetett felettesei legnagyobb megelégedésére. E beosztása idején szerzett mérnök-közgazdász oklevelet.

Munkatársai mindig szeretettel gondoltak rá, mert őszinte ember és igaz barát volt. Értékes szakmai ismereteit szívesen átadta munkatársainak, tapasztalataiból sokat tanultunk.

Munkája mellett jutott ideje társadalmi munkára is, éveken keresztül végzett munkát a szakszervezet különböző bizottságaiban.

Szakmai és társadalmi munkája elismeréséül különböző kitüntetéseket, majd 1968-ban a „Munkaérdemrend" bronz fokozata kitüntetést kapta.

Most meghajtott fejjel és fájó szívvel búcsúzunk Tőle. Munka közben érte a baleset, mely később halálát okozta. Eltávozott közülünk, de nem halt meg számunkra. Munkája, emberszeretete, őszinte barátsága és emléke örökké a szívünkben él.

Holttestét barátai, munkatársai, tisztelői családjával együtt október 13-án kísérték utolsó útjára a Tatabánya-Újtelepi temetőben. Sírjánál a vállalat és munkatársai nevében Vörös Csaba okl. kohómérnök mondott búcsúbeszédet és kívánt neki mindannyiunk nevében utolsó

Jó szerencsét!

Szabó László

Műszaki gazdasági hírek

Az *amerikai Reynolds Metals* cég ajánlatot tett a görög kormánynak 500 000 t/év kapacitású timföldgyár létesítésére, 100 millió dolláros befektetéssel.

Industrial Minerals 1971. december

*

Jugoszlávia Bosznia-Hercegovina tartományában kutatások folynak 100 millió tonnára becsült bauxitvagyon feltárására.

Industrial Minerals 1971. december

*

Bolzano alumínium üzemeinek füstgázait a jövőben szűrni fogják, mert megállapítást nyert, hogy az üzem környékén élő iskolás gyerekeken kék foltok alakjában jelentkező néhány napig tartó bőrbetegség észlelhető, mely alumíniumkohók füstgázainak következménye. Hasonló betegséget más alumíniumkohók környékén is észleltek.

Osztrák TV Österreich Bild 1972. január 25.

*

Az *Etibank* cég kutatási jogot kapott a török kormánytól a *West-Paulus* hegységben levő bauxit feltárására. A 3,1 millió tonnát kitevő ércvagyon Al_2O_3 tartalmát 50—65%-ra becsülik. *Törökország* összes becsült bauxitvagyona 30 millió tonnára tehető.

Industrial Minerals 1971. november

*

„*Quinsland Alumina*" a világ legnagyobb timföldgyára (Gladstone, Ausztrália) bejelentette, hogy 1972. I. negyedévében 12,5%-kal fogja csökkenteni timföldtermelését (40 000 tonna). A csökkentést a nemzetközi alumíniumipar kapacitás visszafogásával indokolták.

*

Az *Alcoa elnökének* nyilatkozata szerint az előző évhez viszonyítva az USA ipari termelése 1972-ben 7—10%-kal növekszik. Azt remélik, hogy ez a növekedés elegendő lesz az alumínium árának stabilizálására, és várhatóan a felduzzadt készletek is normális színvonalra fognak csökkenni.

Metal Bulletin 1972. január 4.

*

Annak ellenére, hogy az előző évhez képest a *norvég alumíniumipar* termelő kapacitása 1971-ben 100 000 tonnával nőtt, az ország alumíniumtermelése az adott időpontban mindössze 5000 tonnával, azaz 1%-kal növekedett. Az alumíniumexport még kedvezőtlenebb képet mutat, ugyanis 1971-ben 19 000 tonnával kevesebb alumíniumot adtak el külföldre, mint 1970-ben.

Az angol és nyugatnémet alumíniumipar előretörése miatt *Norvégia* részesedése a nyugat-európai alumíniumtermelésben 27%-ról 22%-ra esett vissza.

Metal Bulletin 1972. január 4.

H. W.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. MÁJUS HÓ
5

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал Металлургия
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen Hüttenwesen
Mining & Metallurgical Journal Metallurgy

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel.: 127-084, 318-926

TARTALOM

MÁNDOKI ANDOR: Vaskohászatunk hidegalakító ágazatainak fejlesztési kérdései .....
Dr. PROHÁSZKA JÁNOS: A szilárdságnövelés lehetséges módjai és korlátai a korszerű fémtani kutatások tükrében 222
PÁLMAI ZOLTÁN: A forgácsolhatóság és vizsgálatának módszerei .....
POCSAJI LÁSZLÓ—GERGELY MÁRTON—Dr. FUCHS ERIK: Gyorsan változó hőmérséklet mérésének célszerű módja vasötvözetek dilatométeres vizsgálatakor .....
D. H. BATES: Új tűzálló anyagok a vas- és acéliparban .....
Egyesületi hírek 225
Beszámoló külföldi tanulmányútról 227
Anyagvizsgálati hírek 228
Műszaki és gazdasági hírek 228

FÉMKOHÁSZAT

Dr. FEKETE LÁSZLÓ—BÓDI DEZSŐ: Fémkróm előállítása elektrolízissel krómtimsós és krómsavas elektrolitból 231
Műszaki-gazdasági hírek 238
Üzemi hírek 240
Egyesületi hírek 240
Könyvismertetés 240

ÖNTÖDE

Dr. BERECZ E.—BÁDER—Dr. SZITA L.: Öntödei formázókeverékek pótlandó bentonitmennyiségének meghatározása pH-mérés alapján 97
KEREKES I.: Optimális adagösszeállítás megállapítása grafikus eljárással 100
Könyvismertetés 108
Dr. HAJTÓ N.—JUHÁSZ M.—VRABÉLY E.: Kristályközi korróziós hajlam meghatározása csiszolatfőzéssel 109
A japán acélöntvénytermelés alakulása 112
XXV. Össz-szövetségi Öntő Konferencia Moszkva, 1971. szeptember 20—22. 113
Az NSZK öntészete 116
Könyvismertetés 118, 119
Üzemi hír 119

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293. Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
72.5., 16882 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM ГОД JAHRGANG YEAR 105

SZÁM № Nr. No. 5

MÁJUS МАЙ MAI MAY 1972

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Мандоки: **Вопросы связанные с развитием холодной деформации в черной металлургии Венгрии** ..... **С 193**

Развитие производственных установок и широкая шкала выбора продуктов, ставят трудные задачи перед стремлениями направленными на развитие национальной металлургии малой мощности. Становится все более необходимым увеличение международного сотрудничества. Является очевидным такое предначертание развития, которое ставит целью производство более ценных продуктов — как холоднодеформированных — сверх внутренних потребностей, принимая во внимание специализацию, обмен продуктами и экспорт.

Д-р Прохазка Янош: **Возможные способы увеличения прочности и ее ограничения в рамках современных металловедческих исследований** .. **С 199**

Статья дает обзор ожидаемого развития предела прочности металлических конструкционных материалов в будущем. Основами обзора являются те рассуждения, которые были разработаны в теории дислокаций в связи с увеличением предела прочности. Сопоставлением механизмов увеличивающих прочность становится возможным выяснение вопроса, что именно какие механизмы эффективнее всего препятствуют движению дислакации и через это в самой большой степени увеличивают предел прочности. Окончательным выводом статьи является, то что при средних температурах, где влияние пластической деформации во время испытания на разрыв не уменьшается из-за термического возбуждения у сталей, мартенситное превращение, а у других металлов, дисперсионное твердение дает самое большое увеличение прочности.

З. Палмаи: **Способность резки и методы ее исследования** ..... **С 211**

Равномерная хорошая способность резки стала существенным свойством конструкционных материалов. Понятие способности резки еще неоднозначное; ее целесообразно выводить из процессов характеризуемых резку. При исследовании способности резки необходимо изучать износ инструмента, режущие силы, форму стружки и качество обработанной поверхности.

Л. Почаи—М. Гергей—д-р Э. Фукс: **Целесообразный метод измерения быстро изменяющейся температуры при дилатометрическом исследовании сплавов железа** ..... **С 217**

Превращения сплавов железа часто необходимо исследовать при быстром изменении температуры. Температура обычно измеряется с помощью термопары PtRh-Pt. На основе теоретических расчетов и экспериментов однозначно можно доказать, что при возможных расположениях термопары больше всего приблизимся к измерению эквивалентной температуры, если оба провода термопары привариваем к внутренней стенке трубообразного образца.

Б. Х. Батес: **Новые жаростойкие материалы в черной металлургии и сталеплавительной промышленности** ..... **С 222**

В статье приводятся квалифицированные примеры применения особенных жаростойких материалов, увеличивающих мощность и времени полезной работы прокатных станов, установок производящих чугун и сталь доменных печей. В статье говорится о проведенных экспериментах, сообщается о разных жаростойких материалах а также о полученных результатах.

Д-р Л. Фекете—Д. Боди: **Создание металлического хрома путем электролиза из электролита хромовой кислоты и хромовых квасцов** .... **С 231**

На основе многочисленных лабораторных экспериментов проведенных в Исследовательском Институте Цветной Металлургии можно заключить, что создание металлического хрома электролитическим путем из раствора хромовых квасцов с точки зрения аппаратуры сложнее, а с точки зрения процесса намного чувствительнее, чем исходя из раствора хромовой кислоты. Металл более загрязненный. Чистота 220 кг-ого электролитического хрома, созданного по технологии хромовой кислоты в полупромышленном масштабе была 99,9%-ов.

INHALT

A. Mándoki: **Die Entwicklungsprobleme der Kaltverformungszweige der Eisenhüttenindustrie** S 193

Die rasche Entwicklung der Erzeugungseinrichtungen, sowie die immer breitere Auswahl-Skale der Produkte bereiten grosse Schwierigkeiten bei der Entwicklung einer Hüttenindustrie mit verhältnismässig kleinem Erzeugungsvolumen. Die Notwendigkeit einer internationalen Zusammenarbeit rückt in solchen Fällen immer schwerwiegender in den Vordergrund. Es liegt an der Hand solche Ziele der Entwicklung zu setzen, welche die Herstellung von wertvolleren kaltgeformten Erzeugnissen vorschreiben und dabei auch dem Warenaustausch und dem Warenexport eine wichtige Rolle einräumen.

Dr. J. Prohászka: **Möglichkeiten und Grenzen der Festigkeitssteigerung im Lichte der modernen metallkundlichen Forschung** ..... S 199

Die mögliche Entwicklung der Streckgrenze von metallischen Werkstoffen in dem nächst kommenden Zeitraum. Als Ausgangsgrundlage kann die Versetzungstheorie in Verbindung mit der Streckgrenzensteigerung aufgefasst werden. Der Vergleich der Möglichkeiten der durch festigkeitssteigernde Mechanismen erreichten Streckgrenzenerhöhung steuerte dazu, dass die Mechanismen, welche die Bewegung der Versetzungen am meisten hemmen und so die Streckgrenze am wirkungsvollsten steigern, klargelegt werden könnten. Als Schlussfolgerung kann gesagt werden, dass die grösste Festigkeitszunahme bei Stählen durch die Martensitbildung, und bei den übrigen Metallen durch die Ausscheidehärtung erreicht werden kann.

Z. Pálmai: **Die Zerspanbarkeit und ihre Untersuchungsmethoden** ..... S 211

Die gleichmässige, gute Zerspanbarkeit ist eine wichtige Eigenschaft der Bauwerkstoffe. Die Erläuterung der Zerspanbarkeit ist noch nicht eindeutig, sie kann zweckmässig aus den die Zerspanbarkeit kennzeichnenden Vorgängen abgeleitet werden. Bei der Untersuchung der Zerspanbarkeit sollen der Werkezeugverschleiss, die Zerspankräfte, die Form der Späne und die Qualität der bearbeiteten Fläche geprüft werden.

L. Pocsaji—M. Gergely—Dr. E. Fuchs: **Zweckmässige Methode der Messung von schnell wechselnden Temperaturen bei der dilatometrischen Untersuchung von Eisenlegierungen** ..... S 217

Die Umwandlungen der Eisenlegierungen müssen oft bei raschem Temperaturwechsel untersucht werden. Die Temperatur wird gewöhnlich mit PtRh-Pt-Thermoelementen gemessen. Auf Grund theoretischer Erwägungen und auch praktischer Erfahrungen kann bewiesen werden, dass die Messung der äquivalenten Temperatur unter den zahlreichen Anordnungsmöglichkeiten am meisten angenähert werden kann, wenn die beiden Stränge des Thermoelementes gemeinsam an die Wand des rohrförmigen Probestückes angeschweisst werden.

B. H. Bates: **Hochfeuerfeste Werkstoffe in der Eisen- und Stahlindustrie** .....

Einige Beispiele zur Bestätigung der Erhöhu[ng] der Zeitausnutzung und der Leistung von Öfe[n] der Hüttenindustrie durch Anwendung von be[-] sonderen feuerfesten Werkstoffen. Beschreibung der diesbezüglichen Betriebsversuche, der angewendeten ff. Werkstoffe und der erzielten Ergebnisse.

Dr. L. Fekete—D. Bódi: **Erzeugung von Chrommetall durch Elektrolyse eines Chromalaun und Chromsäure enthaltenden Elektrolyten** ..... S 231

Auf Grund des grossangelegten Laboratóriumversuches im Metallforschungsinstituts ergab es sich, dass die elektrolytische Erzeugung von Chrommetall aus einer Chromalaunlösung in apparativer Hinsicht komplizierter und in operativer Hinsicht viel empfindlicher ist, als bei Anwendung einer Chromsäurelösung. Das Metall enthält mehr Verunreinigungen. Das nach dem Chromsäureverfahren im halbbetrieblichen Masstab erzeugte Elektrolytchrom im Gewicht von 220 kg hatte einen Reinheitsgrad von 99,9%. Der spezifische Verbrauch an Gleichstrom energie betrug 63 kWh/kg.

CONTENTS

A. Mándoki: **Problems of development in ferrous cold forming** ..... **P 193**

The development of production facilities and the wide range of products pose difficult problems for metallurgical development in countries with small production volumes. An increased necessity for international cooperation becomes evident. The goals of development naturally include the production of valuable — e.g. cold formed — products in excess of internal demand, specialisation, product exchange and exports.

Dr. J. Prohászka: **The possibilities and limits of strength increase as reflected in modern metal physical research** ..... **P 199**

The paper reviews the probable future development of the yield point of metallic structural materials. The discussion is based on the considerations developed in the dislocation theory with respect to the increase of the yield point. By comparing the possibilities of increasing the yield point inherent in the mechanisms for strength increase it becomes possible to determine the mechanisms which most effectively prevent the movement of dislocations and therefore produce the highest increase of the yield point. The paper concludes that at medium temperatures, where in tensile testing the effect of plastic deformation is not decreased by thermal excitation, the highest strength increase may be expected in steels from martensitic transformation and in other metals from precipitation hardening.

Z. Pálmai: **Machinability and its test methods** ... **P 211**

Uniform and good machinability has become an essential property of structural materials. The interpretation of machinability is not uniform so far; it should be derived suitably from the processes which characterize machining. In machinability tests the factors studied should include tool wear, machining forces, the shape of the chip and the quality of the machined surface.

L. Pocsaji—M. Gergely—Dr. E. Fuchs: **A method for measuring rapidly varying temperatures in the dilatometric testing of ferrous alloys** ..... **P 217**

It is often necessary to study the transformations of ferrous alloys during rapid temperature variations. PtRh-Pt thermocouples are used generally for temperature measurement. From theoretical considerations and tests it can be proved definitely that the measurement of equivalent temperatures is realized most certainly by welding both legs of the themocouple to the interior wall of the tube-formed specimen.

B. H., Bates: **Super-refractories in the iron and steel industry** ..... **P 222**

The paper gives technical examples for the application of special refractories for increasing the time utilization and performance of ironmaking, steelmaking and rolling mill equipment. The performed tests, the employed types of special refractories and the achieved results are discussed.

Dr. L. Fekete—D. Bódi: **The preparation of metallic chromium by the electrolysis of a solution containing chromium alum and chromic acid respectively P 231**

It has been concluded from the large-scale laboratory test in the Light Metals Research Institute that the electrolytic production of chromium metal from an electrolyte containing chromium alum requires more complicated equipment and is much more sensitive from the operational aspect that in case of an electrolyte containing chromic acid. The obtained metal is less pure. The 220 kilograms of electrolytic chromium prepared at the pilot plant scale according to the chromic acid process had a 99,9 pct purity. Specific D. C. power consumption was 62 kWh per kilogram.

A ma tudománya — a holnap technikája

OLVASSA RENDSZERESEN MŰSZAKI TUDOMÁNYOS SZAKLAPJAINKAT!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Anyagmozgatás, Csomagolás
Bányászati és Kohászati Lapok
BÁNYÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Bányászati és Kohászati Lapok
KOHÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
ÖNTÖDE
Bőr- és Cipőtechnika
Elektrotechnika
Energia és Atomtechnika
Élelmezési Ipar
Építőanyag
Épületgépészet
Az Erdő
Faipar
Finommechanika
Fizikai Szemle
Gép
Gépgyártástechnológia
Hidrológiai Közlöny
Híradástechnika
Ipari Energiagazdálkodás
Ipargazdaság
Járművek, Mezőgazdasági Gépek
Kép- és Hangtechnika
Közlekedéstudományi Szemle
Magyar Alumínium
Magyar Építőipar
Magyar Grafika
Magyar Kémiai Folyóirat
Magyar Kémikusok Lapja
Magyar Textiltechnika
Mélyépítéstudományi Szemle
Mérés és Automatika
Műanyag és Gumi
Műszaki Élet
Papíripar
Városépítés
Villamosság

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,
a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámlájára vagy átutalással, valamint
a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK

V., Váci utca 10.
VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA

VII., Lenin körút 9—11. I. em. 120. (222-251).

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ,
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, BOROSSAY BÉLA, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 5. szám 1972. május

Vaskohászatunk hidegalakító ágazatainak fejlesztési kérdései

MÁNDOKI ANDOR okl. kohó- és külker. közgazdász mérnök
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

DK: 669(439) : 621.771 : 621.944.124

A termelő berendezések fejlődése, a termékek választékának széles skálája, nehéz feladat elé állítja a kis volumenű nemzeti kohászat fejlesztésére irányuló törekvéseket. Előtérbe kerül a nemzetközi együttműködés fokozott mértékű szükségessége. Kézenfekvő olyan fejlesztési célkitűzés, amely a minél értékesebb — mint a hidegen alakított — termékek belső igényén felüli előállítását tűzi ki feladatul a specializálódás, termékcsere és export szem előtt tartásával.

A hidegen alakított termékek gyártásának fejlesztése hazánkban is gazdaságos, előnyös és vaskohászatunk távlati fennmaradásának egyik kulcskérdése. Sokan vitatják ugyanis — elsősorban szakmán kívül állók — a vaskohászat fejlesztésének szükségességét és célszerűségét. A vélemény megcáfolása túlnő egy cikk keretein. Azonban célszerűnek látszik felhívni a figyelmet az acélgyártás növekedésével összefüggésben néhány szempontra, amely a hazai vaskohászat és ezen belül a hidegalakítási technológia fejlesztésére vonatkozó törekvéseket igazolja.

A vaskohászat fejlődésének általános szempontjai

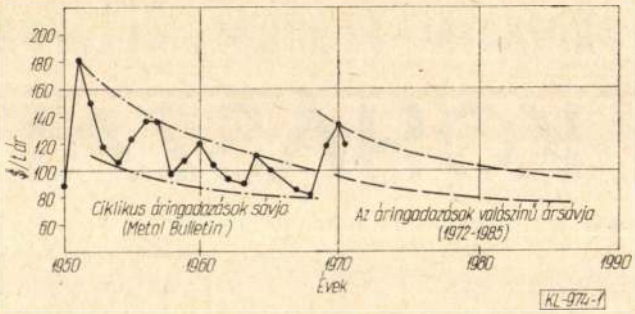
Egy termelési ágazat fejlesztési kérdésének megítélésénél elsődleges szempont a piaci helyzet várható alakulásának számbavétele.

A vaskohászati termékek mennyiségi igényének alakulását tekintve jellemző, hogy az egyes szerkezetek acéligénye a jövőben kisebb lesz. Az egyes termékek acélfelhasználásának csökkenése ellenére azonban növekszik a hengerelt acél felhasználása a jövőben a gazdasági növekedés üteme, a gyártmányok élettartamának csökkenése, a szaporodó új termékek és a növekvő életszínvonal következtében [1].

A század eleje óta a világ acéltermelése 17-szeresére emelkedett. Az egy főre jutó acéltermelés jelenleg kb. 170 kg. Vaskohászatunk 1970-ben $3{,}4 \cdot 10^6$ tonnával a világ acéltermelésének 0,53%-át adta. Az egy főre jutó acélfelhasználás tekintetében Európában a ranglista 14. helyén állunk. Kontinensünk ~400 kg-os átlagával szemben a hazai felhasználás 300 kg.

A jövőre nézve a nagy távlatok tervezésére újabban kialakított módszerek elég valószínűsíthető irányértékeket szolgáltatnak. Ezredfordulóra $6500 \cdot 10^6$ főre becsülik a Föld lakóinak számát és 250 kg fajlagos acélfelhasználást feltételezve, a termelés harminc év alatt 2000-re $1600 \cdot 10^6$ tonnára növekedik. Ez szerény becslésnek tekinthető, mivel ebben az esetben a fajlagos acélfelhasználás fejlődésének dinamikája alatta marad az elmúlt 20 év átlagának. Megállapítható, hogy ezredfordulóig a mennyiségi igények ilyen mérvű növekedése a vaskohászati termékek piacán előreláthatólag élénk keresletet fog eredményezni.

1970. év során külkereskedelmi forgalmunk tőkés exportjának 11%-a vaskohászati termékekből származott. Az iparág visszafejlesztése, illetőleg elsorvadása esetén ez a jelentős bevétel elmarad és a hazai igényt is behozatalból kell fedezni. Az iparág 1970-ben világpiaci áron kb. $360 \cdot 10^6$ $ értékű termékmennyiséget állított elő. Tőkés piacra ebből 17,8% jutott, míg a szocialista export részesedése 4,5% [2]. A jövő fejlesztéseinek tervezésénél ezért az exportárak alakulását is tanácsos elemezni. Az elmúlt 20 év áralakulását hét kiemelt terméknél (betonacél, rúdacél, idomacél, durvalemez, középlemez, melegen és hidegen hengerelt finomlemezek) a Metall Bulletin jegyzései alapján vizsgálva megfelelő támpont nyerhető az áralakulás tendenciájának felvázolásához. A diagramból *(1. ábra)* egyértelműen kitűnik, hogy 1968-ig az árak csökkenő tendenciát követnek. Az árak mozgása szűkülő intervallumban valósult meg a vizsgált



1. ábra. Hengerelt acéláruk átlagárának eddigi és várható alakulása

évek folyamán. Nem ért véget még az 1969. év konjunktúra ciklusa. Az ármozgások intervalluma ismét tágultabb. Lehetséges a szűkülő ármozgások hosszabb ciklusa az előzőnél kisebb amplitúdójú megismétlődése [3]. Az árak viszonylagos stabilitása a fejlesztéshez szolid hátteret biztosít.

A vaskohászat termékei általában megfelelnek a nemzetközi piac normáinak. A vaskohászat a tőkés export jelentős hányadát szolgáltatja. A távlatban is számításba vehető termékeinek exportja. A műszaki fejlesztés szellemi bázisa megalapozott. Az ipari munka tapasztalata fejlett. Berendezéseinek korszerű szintentartása távlatilag nem megoldhatatlan feladat.

Az igények bővülésével összefüggésben megállapítható, hogy a vaskohászat fejlődésének egyik jellem vonása a kapacitások növekedése. A kohászatban ez ideig általában csak olyan új eljárás tudott meghonosodni, amelyik termelékenysége felülmúlta régit. A harmincas években 1—2 mt-ás üzemek képviselték az optimumot. Ma már 12—20 mt-ás üzemek jelentik az ideális üzemnagyságot tömegáru gyártásban. Az üzem nagyság növekedésének gazdasági okai elsősorban a fajlagos beruházási költségek alakulásában kereshetők, másrészt az önköltségcsökkentési törekvésekre vezethetők vissza. Technológiai okai pedig a termelőegységek kapacitásának növekedéséből adódnak [4]. Sokan kétségbe vonják a nagyüzemek elvitathatatlan eredményeiből következtetve a kis volumenek gazdaságos gyártásának lehetőségét. Ezzel szemben bizonyításképpen, továbbá a hazai kis- és középüzemek védelmére megállapítható, hogy működnek gazdaságosan kis kapacitású üzemek is. A kisebb acélművek a nagyüzemekkel folytatott versenybe vevőkör területi korlátozása, speciális program, kis beruházási költség, rövid szállítási útvonalak optimális berendezéskihasználás, rövid szállítási határidő nyújtotta lehetőségeket tudják előnyösen kihasználni. A kis- és középüzemek versenyképességének alapvető feltételei azonban a racionális üzemkialakítás és telepítés, korszerű anyagmozgatás, optimális, rugalmas gyártási program és színvonalas üzemszervezet.

A kohászati másodtermékek, esetleg harmadtermékek gyártása a kis- és középüzemek gazdaságosságát, versenyképességét a piacon nagymértékben javítja. Ebben a vonatkozásban válik a hidegalakítás a vaskohászat továbbfejlesztésének egyik alapvető kérdésévé.

Az új gazdaságirányítási rendszerben a vállalatok nyereséges működése fokozott jelentőségre tett szert. A vaskohászati tevékenység gazdasági eredményét tükröző nyereség alakulásának összehasonlítására egyes tőkés vállalatok adatait lehet felsorakoztatni a hazai vaskohászat életképességének bizonyítására.

A Fortune amerikai lap összeállította a tőkés világ 500 legnagyobb vállalatának rangsorolását az üzleti forgalom alapján 1968—70. éveket véve figyelembe. A listára 32 kohászati vállalat is felkerült. Ezek közül legnagyobb az amerikai US Steel $4814 \cdot 10^6$ $ évi forgalommal 14. helyezéssel. A legkisebb, az ugyancsak amerikai Kaiser Steel $393 \cdot 10^6$ $ forgalommal 465. helyezési számmal. A rangsorolásban szereplő 32 kohászati vállalat 13 országból került ki [5].

A közölt adatok felhasználásával készült az *1. táblázat*. Ebből kiderül, hogy az élen a holland Hoogovens vállalat áll 7,94%-os átlagos nyereséggel. A második helyen a listára felkerült hét amerikai vállalat 5,24%-os átlageredménye szerepel. A British Steel 1,16%-os deficittel és az indiai Hindustan Steel 13,24%-os ráfizetéssel az utolsó helyen állnak. A táblázat alapján négy csoport (I—IV) képezhető az országok, illetőleg vállalatok besorolására. A közölt adatok tanúsága szerint a vaskohászat szemmel láthatóan nem tar-

1. táblázat

A vaskohászat nyereség %-ának alakulása egyes nyugati országokban és Magyarországon

Csop.	Ország	Nyereség %
I.	Hollandia	7,94
	USA	5,24
II.	Dél-Afrika	4,04
	Franciaország	3,74
	Ausztrália	3,53
III.	Belgium	2,37
	Japán	2,25
	Luxemburg	2,18
	Svédország	1,94
	NSZK	1,92
	Olaszország	1,87
IV.	Anglia	—1,16
	India	—13,24

Csop.	Átlag, ill. vállalat	Nyereség %
Orsz. átl.	Magyarország	6,78
Váll.	Dunai Vasmű	11,90
	Salgótarjáni K. Ü.	5,14
	Lenin K. M.	4,36
	Ózdi K. Ü.	3,69

...ik a nagy nyereségtömeget biztosító iparágak ...é, és mindenütt mérsékelt eredmények kísérik ...n termelői tevékenységet.

Érdekes összehasonlításra ad lehetőséget az előbbiekkel a magyar vaskohászat és ezen belül a négy nagy hazai vállalat eredményeinek bemutatása. Az állami visszatérítéstől és dotációtól mentes nyereség alapján a magyar kohászati vállalatok 6,78%-os átlagnyereséggel az első csoportba sorolhatók, a holland vállalat után következve. A Dunai Vasmű 11,9%-os átlagos nyereségével megelőzi az első helyre sorolt tőkés vállalatot is. A Salgótarjáni Kohászati Üzemek a 5,14%-os értékkel az első csoportba, míg a Lenin Kohászati Művek és az Ózdi Kohászati Üzemek 4,36, illetőleg 3,69%-os átlagértékkel a második csoportba kerül. A hazai eredményeket a berendezések maximális kihasználása, az olcsó alapanyag, valamint a magas export és az alacsony bérhányad támasztják alá. Arányos bérhányadot és hasonló termelékenységet számításba véve a hazai vaskohászat a harmadik csoport értékeit közelíti meg. Levonható azonban a következtetés, hogy mindenképpen nyereséges vállalkozás hazánkban a vaskohászati termékek előállítása.

A továbbiakban az derül ki, hogy a gép- és vegyiparral összehasonlítva nem rosszabbak a vaskohászat tevékenységének eredményei. A Gazdaságkutató Intézetnek az ipar gazdasági hatékonyságára vonatkozó elemzései lehetővé teszik nyolc kimunkált hatékonysági mutató alapján az egyes iparágak sorbarendezését [6]. 45 vizsgált iparágból a vaskohászatot a gépek és gépi berendezések, valamint a szerves és szervetlen vegyianyagok gyártásával közvetlenül összehasonlítva megállapítható, hogy a vaskohászat a hivatkozott két gyártási alágazat között helyezkedik el.

A világkereskedelem dinamikus fejlődése ráirányítja a figyelmet a nemzetközi együttműködés fokozott jelentőségére. A világ export és import éves növekedésének átlaga a hatvanas évek második felében 10,5%-ot ért el [7]. Egyre gyorsul a nemzetközi kereskedelem expanziója, ami természetesen a vaskohászati termékek vonatkozásában is megmutatkozik. A jövő tervezésénél a nemzetközi együttműködést célszerű figyelembe venni és előnyei nem hagyhatók ki számításunkból.

A jövőbeni nemzetközi fejlődés egyik alapirányzata lesz az integrációs folyamat erősödése. Kisebb országok számára egymással, vagy egy nagyobb közösséggel való integrálódás növekedési ütemüknek jobb megalapozottságát eredményezi. Az erősödő integrálódási folyamatban meg kell keresni egyes országoknak a maguk speciális feladatait és szerepét. Vitathatatlanok az integrálódás gazdasági eredményei. Ezeknek megosztása a résztvevők számára kölcsönös előnyöket biztosít. Integráció számításbavétele nélkül nem képzelhető el korszerű iparfejlesztési politika kialakítása.

Az integráció lehetőséget nyújt a hazai kis volumenű gyártásból eredő gazdasági hátrányok kiküszöbölésére, ezért célszerű kihasználása a hazai vaskohászat fejlesztése érdekében is kívánatos. A hazai vaskohászat érc koksz importja mellett fejlettebb változat lehet közös kohászati bázisok létesítése. Emellett azonban specializálódás révén — késztermékek cseréjével — létrejövő együttműködés az előbbit előnyösen egészítheti ki. Értékesebb termékek előállítására való törekvés a specializálódás adta lehetőségek kihasználásával képezheti alapját a hazai vaskohászat további fejlesztésének.

A felsorakoztatott érvek célja, hogy ráirányítsák a figyelmet a vaskohászat jelentőségére és alátámasszák a fejlesztésére irányuló törekvések realitását.

Távolabbra nézve kiderül, hogy a vaskohászat hazai jelentősége a jövőben nem kisebbedik. Futurológiával foglalkozó tanulmányok az ezredév fordulóján hazánkban 4000 $/fő év körüli nemzeti jövedelemmel számolnak, annak 5,5%-os feltételezett növekedése esetén [8]. Nem valószínű, hogy a jelenleginél hatszor nagyobb nemzeti jövedelemhez ne tartozzon lényeges ipari fejlődés. Az ipar jelentős mértékű fejlesztéséhez minden bizonnyal egyidejűleg jelentékeny vaskohászati termékigény is kapcsolódik. A belső igények várható növekedése, a külső piaci helyzet jövőbeni alakulásának megítélése arra a következtetésre vezet tehát, hogy hasznot hajtó vaskohászati tevékenységre jövőben is szükség lesz. A vaskohászat célszerű, gazdaságos fejlesztése elkerülhetetlen feladat.

A termelőberendezések fejlődése, a termékek választékának széles skálája azonban nehéz feladat elé állítja a kis volumenű nemzeti kohászat fejlesztésére irányuló törekvéseket. Felmerül ezzel kapcsolatban a nemzetközi együttműködés fokozott mértékű szükségességének gondolata.

Érccel, koksszal csak korlátozott mértékben rendelkezik az ország, a vaskohászat alapanyagai nagyrészt importból fedezhetők. Kézenfekvő olyan fejlesztési célkitűzés, amely minél értékesebb termékek előállítását a lehető legalacsonyabb ráfordítási költséggel hozza előtérbe. Ilyen megfontolások révén merül fel többek között a hidegen alakított termékek gyorsabb ütemű fejlesztésének javaslata a specializálódás, termékcsere és export fokozott mértékű szem előtt tartása mellett.

Hidegen alakított termékek jelentősége és gyártásuk fejlesztésének szükségessége

A hidegenalakított termékek gyártásának fejlesztését indokolja nagyobb értékük és termelésükkel realizálható többletnyereség. Ezt igazolják a külkereskedelmi forgalomból megállapítható erre vonatkozó következtetések.

Az 1970. évi export-import forgalom alapján elért árakat vizsgálva kitűnik, hogy a hidegenalakított gyártmányok értéke alapanyaguknak, a melegenhengerelt termékeknek többszörösét is eléri. Megállapítható, hogy az export egyszerűbb, kevéssé munkaigényes, illetőleg alacsonyabb értékű termékekből kerül ki. Feltűnő továbbá, hogy az import átlagértéke közel kétszerese az export átlagárának. Az import főleg az értékesebb termékek területéről származik [2].

Következik ezen megállapításokból, hogy a fejlesztési javaslat elsősorban olyan hidegenalakított

termékek gyártásának növelését irányozza elő, melyek jelenleg importból származnak. Ezeknek gyártását azonban az import megszüntetésén túlmenő mennyiségben ajánlatos bővíteni, hogy jelentős export jöhessen létre. Ilyen export célú fejlesztési koncepció javítja a vaskohászat kiviteli forgalmának struktúráját és növeli a kiszállított termékek dollár átlagárát.

Hidegenalakított termékek előállítása nagyobb nyereséget biztosíthat, mint a melegenhengerelt termékek forgalmazása. Erre utal a *2. táblázatban*

2. táblázat

A nyereség változása különböző termékek értékesítése esetén

Termék	Nyereség egység
Acélöntecs	0,87
Melegen heng. durva táblalemez	1,00
Melegen heng. hasított szalag	2,10
Hidegenhajlított nyitott profil	2,73
Hidegenhengerelt táblalemez	3,85
Hidegenhajlított zárt profil	4,51
Vasszerkezet	8,92
Ónozott lemez	9,15
Radiátor	20,90

feltüntetett terméksor. Melegenhengerelt durva táblalemez termékegységre jutó realizálható nyereségét 1-nek véve a sor az egyes hidegenalakított értékesebb gyártmányokban rejlő vállalati szintű nyereség növekvő mértékére nyújt tájékoztatást. A melegenhengerelt durvalemezhez hasonlítva a hidegenhengerelt táblalemeznél 3,85, az ónozott lemeznél 9,15, a radiátornál pedig már 20,9 értékű szorzó fejezi ki a nyereség növekedését.

Ez a tény is azt igazolja, hogy a hidegenalakított másod- és a további megmunkálással előállított harmadtermékek gyártása előnyös, gazdaságos, mivel az importált alapanyagú acélból magasabb értékű áru keletkezik és kisebb volumen forgalmazása jelentősen nagyobb nyereség elérését eredményezi vállalati szinten.

A hazai igényfelmérés alátámasztására és a fejlesztési célkitűzés meghatározására helyesnek bizonyul számításba venni a szocialista és tőkés országok hidegenalakított termékeinek gyártási helyzetéből leszűrhető következtetéseket.

Fejlett ipari országok hengereltáru termelésében a laposáru részesedése majdnem mindenütt 50% feletti. USA és Hollandia finomlemeztermelése meghaladja a hengereltáru mennyiség felét, Japánban eléri a 40%-ot, Ausztriában 34%. Hazánk finomlemeztermelésének a hengereltáru mennyiségéhez mért 23%-os részesedése az NSZK és Olaszország szintjének felel meg [9].

Egyre nagyobb a kereslet a hidegenhengerelt szélesszalagok és lemezek fémmel, műanyaggal bevont változataiban. Elég itt utalni az ónozott lemez felhasználásának jelentőségére. Évente $12 \cdot 10^3$ t ónozott lemezt termelnek a világon. Az USA finomlemeztermelésének 10%-a ónozott minőségű. Nem sokkal marad el a horganyzott lemez igényének növekedése sem, amit az egyéb korrózióvédő bevonatok mint alumínium, műanyag megjelenése és terjedése követ.

A KGST országok 1962—70. évek közötti hidegenalakított termékeinek előállítását vizsgálva megállapítható, hogy a másodtermékgyártás legnagyobb mértékben Bulgáriában fejlődött, a növekedés négyszeres a vizsgált időszak alatt. A Szovjetunióban három és félszeresre bővült a másodtermékgyártás, hazánkban pedig 1,8-szeres a növekedés.

A másodtermékstruktúrát vizsgálva a KGST országokban kitűnik, hogy az összes huzaltermelésből a nagyszilárdságú és az ötvözött huzal részesedése a Szovjetunióban a legnagyobb. Feltűnően alacsony a hazai ötvözött huzalgyártás. Ugyancsak figyelemre méltó, hogy a szovjet minőségi szalagacélok gyártásának mennyisége több mint háromnegyede a teljes termelésnek, míg a hazai lágyacélszalag részaránya 80—90%. Hasonló helyzet található a rúdacélok termelésének elemzésénél is. A minőségi rúdacélok képezik a termelés több, mint háromnegyed részét a szovjet és lengyel rúdacélgyártó üzemekben [10].

Egyes tőkés országok másodtermékgyártásának alakulását tekintve megállapítható, hogy legnagyobb a fejlődés Japánban. Szalaggyártásban NSZK, rúdacéltermelésben Franciaország, míg huzal-előállításban Japán vezet a termelés hányadát nézve.

Külkereskedelmi forgalom szempontjából a Szovjetunió kivételével a KGST országok mindegyike másodtermékekből jelentős behozatalra szorul. Esetenként jelentkező kivitel nem ellensúlyozza a behozatalt és a mérleg negatív. Jelentősebb acélt exportáló tőkés országok külkereskedelmi forgalmát vizsgálva kitűnik, hogy a hidegenalakított termékek import-export mérlege mindenütt pozitív. Ebből arra lehet következtetni, hogy ilyen termékek gyártása gazdaságos, egyébként a tőkés vállalkozás szellemével lenne ellentétes a kivitel fokozása.

A struktúra változására jellemző irányzatról elmondható, hogy a nagyobb teljesítmények és kisebb szerkezetsúlyok elérésére a felhasználók mindinkább az ötvözött acélokat igénylik, míg a szerkezetépítés önköltségének csökkentésére, a minőség javítása érdekében a hidegenalakított méretpontos, kiváló felületű, továbbá nemesített termékek, mint pl. hidegenhengerelt szalagokat, hidegenhúzott rudakat, vont csöveket keresik [11].

A felhasználók igénye távlati elemzések szerint a minőségi és nemesacél kategóriákban növekszik gyorsabban. Alak- és méretkategóriáknál a könnyített hengerelt szelvények, lemezáruk, hidegenhajlított szelvények és hegesztett csövek keresletével lehet számolni. Ugyancsak várható a finomsori áruk, húzott termékek, bevont felületű lemezek és szalagok nagyobbarányú alkalmazása.

Mindezek előrebocsátása után elég szempont áll rendelkezésre, amelyek alapján a hazai vaskohászat hidegalakító ágazatának fejlesztésére kitűzhetők a feladatok. Egyik, 1968—1985. évek időszakára kimunkált ilyen fejlesztési javaslat *(3. táblázat)*

3. táblázat

A hidegen alakított termékek gyártásának fejlesztési célkitűzései. 1968—1985.

Hidegen alakított gyártmányok	Termelés 10^3 t		Növekedés, %	Termelési érték 10^6 Ft		Növekedés, %	Egységérték, Ft/t		Külkereskedelmi forg. 10^3 t Import		Export		Beruházási költség 10^6 Ft
	1968	1985		1968	1985		1968	1985	1968	1985	1968	1985	
Másodtermékek													
Lemeztermékek	270	900	332	2075	8 740	422	7 650	9 720	118	25	66	320	4 500
Szalagacélok	65	125	193	660	1 930	294	10 250	15 450	2,8	5	21,5	45	1 150
Rúdacélok	40	155	376	393	1 710	438	9 500	11 080	12,8	5	2,9	40	1 450
Acélhuzalok	130	365	280	2112	3 680	304	9 300	10 100	44,1	10	—	85	3 900
Összesen	505	1545	305	4340	16 060	370	8 520	10 400	177,7	45	90,5	490	11 000
Ebből:													
Harmadtermékek													
Hajlított profil	56	130	232	397	910	229	7 000	7 000	—	—	23	40	200
Ónozott lemez	8,6	250	2910	143	4 260	3000	16 600	17 060	23,9	—	—	130	000
Horganyzott lemez	9	80	890	68	610	890	7 600	7 600	8,4	—	—	20	500
Radiátor	3	9	300	88	180	205	20 000	20 000	...	—	—	—	50
Szalagfeldolgozás	12,2	85	682	273	2 010	740	22 400	24 500	...	...	4	40	550
Acélhuzal-feldolgozás	47,4	150	315	526	1 770	337	11 025	11 900	...	...	—	70	1 500

példáján jól szemléltethetők az elérhető eredmények [12].

a) A hazai finomlemez termelés mérsékelt részesedése a hengereltáru összmennyiségében felveti a fejlesztés célszerűségének gondolatát. A szélesszalag, illetőleg finomlemeztermelés bővítése egyben a további megmunkálás szükségességét hozza előtérbe. Az értékesebb felületén bevont lemezek jelentős importja az élelmiszer- és építőipar fejlődése, az ónozott és horganyzott lemezek hiányára és jövőbeni igényeire irányítja a figyelmet. A könnyű acélszerkezetes építési mód, a hajlított profilok előállításának növelését indokolja, ami ugyancsak a szalaggyártás fejlődésével van kapcsolatban.

A fémmel bevont szélesszalag, illetőleg lemez gyártásának tervezésénél a gazdaságos termelési volumenek, a hajlított profilok előállításánál a szelvények tipizálása és a méretek számának csökkentése indokolja a nemzetközi együttműködés lehetőségeinek kihasználását termékcsere és export formájában.

A Dunai Vasmű melegszalagsorának rekonstrukciója nyomán keletkező többlet szélesszalagacél szolgáltatja az alapot a hidegenalakított lapostermékek gyártásának üzemen belüli további fejlesztéséhez. A javasolt fejlesztés évente $630 \cdot 10^3$ tonna többlet hidegterméket biztosít és export céljára $320 \cdot 10^3$ tonna vehető számításba.

b) Hidegenhengerelt szalagok gyártásának fejlesztésénél a választék bővítése, a struktúra változtatása céljából a kereskedelmi minőségű termékek hányadát csökkenteni szükséges. Ezzel egyidejűleg növelhető a minőségi acélokból készített kiváló kivitelű szalagok termelése. A minőségi termékek közül előnyös berendezkedni a méretpontos, vékony, keskeny és finomfelületű, az edzett és ötvözött acélszalagok gyártására, valamint az elektrotechnikai célokat szolgáló, továbbá fémmel bevont és különleges minőségű acélszalagok előállítására. Különösen jelentős a szalagok továbbfeldolgozásából származó termékek gyártásának fejlesztése. Ilyenek a különféle sajtolt áruk, rugók, hajlított profilok, nyílászáró szerkezetek, oszlopok, kipufogódobok és ehhez hasonló termékek.

A javaslat értelmében a bázis év $65 \cdot 10^3$ tonnás termelése $125 \cdot 10^3$ tonnára növekszik. Ezen belül a választék bővítését és a minőségi acélszalagok gyártásának fejlesztését is felöleli az ajánlás. Ez utóbbira jellemző, hogy a jelenlegi 16%-os minőségi acélhányad 1985-re 55%-ra módosul. A külkereskedelmi forgalmat illetően szalagtermékben $5 \cdot 10^3$ tonna exportra lehet számítani és $40 \cdot 10^3$ tonna feldolgozott szalag harmadtermék alakjában kerülhet kiszállításra. Az import főleg különleges, hazailag gazdaságosan nem gyártható minőségek behozatalát hivatott biztosítani.

A tervezett többlet acélszalagmennyiség legyártását a két meglevő keskenyszalaghengermű — Salgótarjáni Kohászati Üzemek, Csepeli Acél és Fémmű — biztosítani tudja. Új üzem létesítése nem szükséges.

c) Hidegenhúzott, hántolt és csiszolt rúdacélok termelésének bővítésén belül törekedni kell a választék és a minőség fejlesztésére. A minőségi rúdacélok közül a hazai üzemekben ajánlatos berendezkedni az ötvözött minőségű húzott, hántolt és csiszolt rúdacélok, méretpontos kiváló felületű, javított mechanikai tulajdonságú, különleges profilú sajtolt rúdacélok gyártására.

A felsorolt termékféleségek hazai igényen felüli gyártása célravezető, előnyös termékcsere, illetőleg exportlehetőséget teremt, ami fokozza a vaskohászat tevékenységének gazdaságosságát. A javasolt mennyiségi növekedés az 1968. évi $41 \cdot 10^3$ tonnáról 1985-re $155 \cdot 10^3$ tonnára emelését jelenti. Mennyiségi növekedés mellett számottevő a minőségi változásra való törekvés eredménye is, amit a 26%-os minőségi rúdacélaránnyal szembeni 1985. évi 60% jellemez. A rúdacélgyártás fejlesztése nyomán évente $40 \cdot 10^3$ tonna export biztosítására nyílik mód.

A Lenin Kohászati Művek a rúdacélgyártás fő hazai bázisa. Az üzemben főleg az ötvözött minőségű húzott-, hántolt, csiszolt rúdacélok gyártását célszerű fokozni, továbbá a méretpontos és javított mechanikai tulajdonságú termékek előállítását szükséges kifejleszteni. A Salgótarjáni Kohászati Üzemekben a rúdacélgyártást a növekvő igény miatt továbbra is ajánlatos fenntartani. Az üzem főleg ötvözetlen minőségű húzott rúdacéltermékeket gyárt. Továbbiakban az üzemre háruló feladat a méretpontos, kiváló felületű javított mechanikai tulajdonságú és főleg vékony méretű húzott termékek előállítása.

Különleges profilú húzott és sajtolt rúdacél gyártására történő berendezkedés várhatóan előnyös és gazdaságos. A felhasználóknál is előnyt jelent alkalmazásuk, mivel jelentős forgácsolási megmunkálás takarítható meg. A javasolt $40 \cdot 10^3$ tonnát újonnan telepített üzemben célszerű gyártani. A meglevő két rúdhúzó üzemben továbbfejlesztések során nem biztosítható ezen feladat végrehajtása, ezért erre a célra meglevő rúdhúzó üzemek szakmai bázisára figyelemmel, helyes a telepítés területét kiválasztani.

d) Hidegenhúzott acélhuzalok választékát hasonlóan az acélszalagokhoz, minőségi huzalok, illetőleg huzaltermékek előállítására ajánlatos kifejleszteni. A kereskedelmi minőségű acélhuzalok gyártását korlátozni kell, illetőleg a gyártott termék minél nagyobb hányadát célszerű feldolgozott formában harmadtermékként értékesíteni. Előbbiek értelmében a huzalgyártás fejlesztésénél a mennyiségi bővítésen túlmenően fő szempont a választék növelése, a termékstruktúra változtatása, átalakítása, ami az igények alakulását követve a minőség javítására, a fokozott követelmények kielégítésére irányul.

Huzalművekben a minőségi huzalféleségek közül célszerű berendezkedni a bevont huzalok minden fajtája, a hegesztés céljait szolgáló minőségek gyártására, valamint a nagyszilárdságú acélhuzalok, főleg vékonyméretű kötélhuzalok különböző minőségeire, továbbá a nemesített, ötvözött és különleges tulajdonságú huzaltermékek előállítására. A különleges tulajdonságú huzalok körébe a vákuumtechnikai, meghatározott fajlagos ellenállású, illetve hőtágulási koefficiensű huzalminőségek sorolhatók. Gazdaságos a huzalok továbbfeldolgozása is. Ilyen módon nyerhető termékek a különböző méretű és kivitelű szegek, rugók, kapcsok, hálók, fonatok, kötelek és acélszemcse, valamint a hegesztőhuzalok és elektródák.

A javasolt huzaltermékek előállításánál a hazai igényeken felüli gyártásra ajánlatos berendezkedni. A fölösleg olcsó minőségű, nagytömegű hengerelt termékre cserélhető. A mennyiségi növekedés $130 \cdot 10^3$ tonnáról 1985-re $365 \cdot 10^3$ tonnára való bővülést jelent a fejlesztés eredményeképpen. Az 52%-os minőségi huzalrészesedés 80%-ra javulhat. Huzalból és feldolgozott termékből évente $85 \cdot 10^3$ tonna export célokat szolgáló áru biztosítható.

A Salgótarjáni Kohászati Üzemeknél a meglevő kapacitás bővítése a rendelkezésre álló gyári területen korlátozott mennyiségi felfutást tesz lehetővé. Az üzem fejlesztése főleg a továbbfeldolgozás vonatkozásában látszik célszerűnek. Növelni szükséges a harmadtermékek gyártását és ezen belül a bevont huzalféleségek termelését.

A Csepeli Acél- és Fémműnél az aránylag korlátozott mennyiségű elektródahuzal igény alapján a huzalgyártás tervezett további bővítése meggondolandó. Műszakilag és gazdaságilag indokoltabb az igényt az új huzalmű termeléséből kielégíteni. Helyes azonban a meglevő kapacitás és szakmai felkészültség kihasználására különleges tulajdonságú huzalok előállítását tervezni. A kohászati harmadtermékek területén hegesztőelektróda-gyártás kapacitásának növelése indokolt.

December 4. Drótműveknél a nagyszilárdságú és ötvözött acélhuzalok, továbbá a kötél előállításának és harmadtermékek gyártásának fejlesztése vehető tervbe.

A huzalhiány megszüntetésére import, vagy új üzem telepítése nyújt megoldást, ami főleg tömegacél minőségű huzalok előállítására szükséges. Új üzem telepítési helyéül több lehetőség kívánlkozik. Minden valószínűség szerint azonban legtöbb előnyt a melegenhengerelt alapanyaggyártó dróthengermű mellé történő építés biztosít. Az új huzalmű beruházásának elhatározása összefügg az évek óta fennálló import megszüntetésének kérdésével.

A hidegalakító technológia és berendezések műszaki színvonalára vonatkozó vizsgálatok egyértelműen igazolják, hogy a hidegenalakított termékek mennyiségi és minőségi fejlesztésénél fokozni kell a jelenlegi berendezések és technológia színvonalát, másrészt új beruházásoknál a legkorszerűbb gépek és gyártósorok telepítését tanácsos előnyben részesíteni a gazdaságos, megfelelő minőségű, exportképes kivitelű termékek előállítása érdekében. Ennek megfelelően alakultak ki egyes vállalatoknál a fejlesztési javaslathoz tartozó beruházási igények. Meglevő hidegalakító üzemek korszerűsítése, bővítése szerepel a tervben. Ehhez kapcsolódik új üzemek telepítésének javaslata, mint a Dunai Vasmű második hideghengerműve és fémbevonó üzeme, a meglévő kohászati üzemek körzetében új huzalmű, profilacél rúdhúzó-sajtolóüzem, elektródagyár, valamint továbbfeldolgozó kisebb üzemek sora harmadtermékek gyártására.

Hidegalakított termékek fejlesztéséhez szükséges melegenhengerelt alapanyag az ózdi rúd-drótsor telepítése, a diósgyőri nemesacélhengermű beruházása, valamint a dunaújvárosi meleghengermű rekonstrukciója révén biztosítható.

A javasolt fejlesztések célszerűségét és gazdaságosságát néhány számszerű összefüggés világítja meg.

A termelés 305%-os mennyiségi bővüléséhez 370%-os értéknövekedés tartozik, ami a munkaigényesebb, értékesebb gyártmányok előállításának fejlesztésére utal. A hidegenalakított termékek egységára 10 400 Ft/t értékre emelkedik, ami 22%-os javulást jelent. Legnagyobb mértékű a szalagacélok egységárának növekedése, legkisebb a huzalféleségeké.

A beruházási tevékenység hatékonyságát a kapacitás bővülése és a ráfordítások mértéke határozza meg. A hidegenalakított termékek gyártásának fejlesztésével elérhető $1040 \cdot 10^3$ tonna termelésbővülés $11\,700 \cdot 10^6$ Ft értéknövekedést eredményez. Mindez $11\,000 \cdot 10^6$ Ft beruházási költségráfordítást igényel. A fajlagos beruházási ráfordítás 10 600 Ft/tonna. A huzalfeldolgozó üzemek beruházása a legdrágább, míg a legkisebb fajlagos költség a lemezónozás fejlesztésénél mutatkozik. A beruházási egységköltségre jutó termelési értéknövekedés a lemeztermékek fejlesztése esetén — 1,57 Ft/Ft — a legnagyobb, legkisebb a huzalfejlesztésnél 0,63 Ft/Ft, míg a teljes fejlesztésre 1,07 Ft/Ft érték adódik.

A fejlesztés eredménye a nagy volumenű import megszüntetése és jelentős mennyiségű export létrehozása. A javasolt beruházások $490 \cdot 10^3$ tonna termék kiszállítását teszik lehetővé a hazai igények kielégítésén kívül. A jelentős mennyiségű export $110 \cdot 10^6$ $ értéket képvisel. Az exporttermékek egységára 220 $/tonna, ami majdnem kétszerese az 1970. évi kivitel átlagos dollárárának.

*

A hazai vaskohászat fejlesztésének kérdéséhez szorosan kapcsolódik az értékesebb termékek előállítására való törekvés a specializálódás adta lehetőségek kihasználásával. Ennek révén jön előtérbe a hidegenalakított termékek gyártásának fokozottabb mértékű fejlesztési koncepciója. Ezen gyártmányok értéke alapanyaguknak a melegenhengerelt termékeknek többszörösét is eléri, eladásuk nyereséges és a világpiacon keresett cikkek, ezért célszerű a hazai igények kielégítését meghaladó mértékben előállításukra berendezkedni.

IRODALOM

[1] *Wuppermann G. Th.:* Verwendung von Walzstahlerzeugnisse heute und morgen. Blech, Rohre, Profile 1970. 10. sz. 45—48. old.

[2] *Bory György:* Tájékoztató a tagvállalatok 1970. évi külkereskedelmi (export-import) forgalmáról. Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, Közgazdasági Főosztály. Budapest 1971.

[3] *Dr. Szanyi Jenő és tsai:* Hengerelt acéláruk exportjának távlati piac- és konjunktúrakutatása. Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem Külkereskedelem Gazdaságtana Tanszék. Budapest 1969.

[4] *Dr. Pálvölgyi Árpád:* A vaskohászat fejlődési irányzatai. KGM Tervező Irodái. Budapest 1970.

[5] Rangfolge der Konzerne der westlichen Welt. Continentaler Eisenhandel c. folyóirat 1971. August. 12. old.

[6] *Simán Miklós:* Gazdasági hatékonyság és iparszerkezet. Közgazdasági Szemle 1971. 9. sz. 997—1018 old.

[7] *Rába András és tsai:* A világgazdaság fejlődése és a konjunktúra alakulása 1970-ben. Konjunktúra- és Piackutató Intézet. Budapest 1971.

[8] *Dr. Kovács Géza:* A nagy távlatok és a tervezés. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest 1970.

[9] Stahl und Eisen 1970. 23. sz. 1359. old.

[10] Beszámoló a KGST tagállamok hengereltáru gyártási és felhasználási struktúrájának megjavításáról. KGST Tanulmány. Cserepovec 1968.

[11] *Dr. Korán Imre:* A vas- és acélipar fejlődésének általános irányzatai. Kohászat 1970. 3. sz. 22—102. old.

[12] *Mándoki Andor és tsai:* A kohászati másodtermékek gyártmányfejlesztésének vizsgálata, különös tekintettel a hazai igények kielégítésére és a nemzetközi együttműködés lehetőségére. Tanulmány. Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, Budapest 1969.

A szilárdságnövelés lehetséges módjai és korlátai a korszerű fémtani kutatások tükrében

Dr. PROHÁSZKA JÁNOS egyetemi tanár, a MTA levelező tagja
Budapesti Műszaki Egyetem

DK : 669.018.29 : 620.171/172 : 539.389

A dolgozat áttekintést ad a fémes szerkezeti anyagok folyási határának az elkövetkező időszakban várható fejlődéséről. A tárgyalás alapját azok a megfontolások adják, amelyeket a folyási határ növekedésével kapcsolatban a diszlokációs elméletben kidolgoztak. A szilárdságnövelési mechanizmusok folyáshatárnövelési lehetőségeinek az összehasonlításával lehetővé válik annak tisztázása, hogy mely mechanizmusok akadályozzák a diszlokációk mozgását a leghatásosabban és ennek révén a legnagyobb mértékben növelik a folyási határt. A dolgozat végkövetkeztetése az, hogy közepes hőmérsékleteken, ahol a szakítóvizsgálat során a képlékeny alakváltozás hatása nem csökken termikus gerjesztés révén, az acéloknál a martensites átalakulás, az egyéb fémeknél pedig a kiválásos keményedéstől várható a legnagyobb szilárdságnövekedés.

I. A probléma időszerűsége és népgazdasági jelentősége

A világ valamennyi államában, így hazánkban is állandóan nő a felhasznált fémek és ötvözetek mennyisége. Az előállított mennyiségnek túlnyomó többségét a szerkezeti anyagok teszik ki, amelyeket mechanikai terhelhetőségük alapján minősítenek. A cikk a következőkben kísérletet tesz arra, hogy a szerkezeti anyagok mechanikai tulajdonságainak belátható fejlődéséről áttekintést adjon. Valamennyi tulajdonságnak a tárgyalása azonban egyetlen dolgozat keretében megvalósíthatatlan feladat és ezért elsősorban a fémek és ötvözetek olyan mechanikai tulajdonságait tekintjük át, amelyek szakítóvizsgálattal meghatározhatók és a vizsgálat során bekövetkező képlékeny alakítás okozta szerkezetváltozás termikus gerjesztés révén nem csökken. Így pl. nem tárgyaljuk az ún. időtartam (rupture stress) vizsgálat, vagy a kifáradási vizsgálatok mechanikai jellemzőinek várható alakulását.

A tárgyalásra kerülő mechanikai tulajdonságok kiemelését indokolja az a tény, hogy az évenként Magyarországon gyártott, mintegy 3 mt fémnek és ötvözetnek a túlnyomó mennyiségét ezeknek a tulajdonságoknak az alapján minősítik, ill. használják fel. Elenyészően kevés az előállított mennyiségnek az a hányada, amit más tulajdonságok szerint ítélnek meg. (Azt azonban meg kell jegyezni, hogy a különleges villamos, mágneses, hőállósági stb. tulajdonságú anyagok értéke nagyobb).

Mivel az esetek többségében — adott terhelés mellett — a szobahőfokon mért folyási határ szabja meg a fémekből készített berendezések méreteit és súlyát, nyilvánvaló, hogy gyártásuknál (első közelítésben) annyival kevesebb anyagot kell felhasználni, ill. annyival csökkenthető súlyuk, amennyivel nagyobb a felhasznált anyagok folyási határa. Ez pedig azt jelenti, hogy ha csak 10%-kal sikerül a folyási határt megnövelni, úgy 10%-kal

kevesebb anyagot kell előállítani, vagy más fogalmazásban 10%-kal növelhetjük a hazai gyártó kapacitást beruházás nélkül, és ehhez járul még a berendezések könnyebb súlyával, kisebb méretével jelentkező kedvezőbb piaci helyzet. Ennek a lehetőségnek óriási gazdasági jelentősége van, mert csak a vasalapú ötvözeteink évi termelési értéke 25 milliárd Ft és ennek 10%-a évenként 2,5 milliárd Ft.

A szakító szilárdság és a képlékenységi tulajdonságok a szerkesztők számára alig nyújtanak tájékoztatást, a képlékeny alakítással foglalkozó technológusok számára viszont nélkülözhetetlenek. Mivel a képlékeny alakítási technológia egye nagyobb teret hódít a fémek feldolgozásában, az utóbbi időben egyre inkább előtérbe kerül a képlékenységi mutatók javításának a kérdése is. Így ezek is röviden áttekintésre kerülnek.

Az elmondott néhány tény adja meg a fémek mechanikai tulajdonságainak várható fejlődésével kapcsolatban, annak népgazdasági jelentőségét, de a probléma időszerűségét is.

II. Technológiai műveletek a mechanikai tulajdonságok javítására

A mechanikai tulajdonságok fejlődésének várható alakulása, mint minden egyéb hasonló mennyiség, általában háromféle úton becsülhető meg

extrapolációval az elmúlt időszak eredményeiből,

a szakterület tudósainak véleménye szerint, és

az új kutatási eredmények törvényszerűségei alapján.

A műszaki életben az extrapoláció rendszerint alábecsüli a fejlődést különösen az utóbbi években, mert a természettudományos eredmények a fejlődést — a korábbihoz képest — nagyobb mértékben gyorsítják. A következőkben — ahol ez rendelkezésre állt — felásználtam tudósaink véleményét, de figyelembe vettem a korszerű elméletben kidolgozott, ill. javasolt összefügéseket is a várható maximum meghatározására. Ezen túlmenően nemcsak a számszerű eredmény közlése volt a cél, hanem az is, hogy felhívjam a figyelmet arra, hogy a szóban forgó tulajdonságok javítása milyen módszerekkel valósítható meg, ezt a korszerű elmélet milyen modell segével értelmezi, és az adott modell révén milyen a legnagyobb várható fejlődés. Így ugyanis kézbentartható és mérlegelhető az a néhány technológiai folyamat, amely a jobb minőségű, nagyobb szilárdságú ötvözetek előállításához vezet.

A fémalapú szerkezeti anyagok mechanikai tulajdonságainak a javítása, jellenlegi ismereteink szerint a következő technológiai műveletekkel valósítható meg:

ötvözés,
képlékeny alakítás,
hőkezelés, és
besugárzás nagyenergiájú részecskékkel.

Az utolsó lehetőséget kivéve — amely ma még csak laboratóriumi módszer — a megadott eljárásokat hosszú idő óta használják a fémek és ötvözetek mechanikai tulajdonságainak javítására. A gyorsabb fejlődés, az eredményesebb kutatás azonban megköveteli, hogy a felsorolt technológiai műveletek mögött megismerjük azokat az okokat, amelyek a tulajdonság-változásokat létrehozzák.

A technológiai műveletek az anyagok szerkezetét változtatják meg és ez a szerkezetváltozás tükröződik a tulajdonságváltozásokban. Régi törekvés ezért az, hogy a szerkezet sajátosságainak ismeretében valamilyen modell alapján számítással határozzák meg a tulajdonságokat jellemző paramétereket. Így pl. *Griffith* [1] (1920) összefüggést vezetett le az ún. elméleti törőszilárdságra a σ_{ei}-re, azzal a feltételezéssel, hogy a ridegen törő anyagokban c méretű repedések vannak. Szerinte

$$\sigma_{ei} = \sqrt{\frac{2\gamma E}{\pi c}} \qquad (1)$$

ahol γ a szóban forgó anyag felületi energiája, E pedig a rugalmassági modulusa. A ridegen, képlékeny alakváltozás nélkül, törő anyagok minőségét tulajdonképpen a σ_e értéke, az ún. törőszilárdság alapján minősítik és így ugyanolyan fontos paraméter, mint a szívós anyagok folyási határa. *Frenkel* [2] (1926) az elméleti folyási határt, számításai alapján a kristályszerkezet állandóinak a segítségével az alábbiak szerint adta meg:

$$\sigma_{fi} = \frac{a}{b} \cdot \frac{G}{\pi} \qquad (2)$$

Itt σ_{fi} az elméleti folyáshatár, G a csúsztató rugalmassági modulus, a legközelebbi szomszédok távolsága a csúszósíkban, b pedig a csúszósíkok távolsága.

Mind *Griffith*, mind *Frenkel* eredménye nagy vitát keltett, mert az akkor ismert anyagok kísérleti úton mért törőszilárdsága és folyási határa 2—3 nagyságrenddel kisebb volt, mint az elméleti úton számított érték. A szakemberek jelentős része az elméleti számítás alapjául szolgáló modellt okolta a számított és mért értékek közötti nagy eltérésért annak ellenére, hogy *Orowan* [3], *Polányi* [4], *Taylor* [5], mindhárman 1934-ben a kristályok egy különleges hibájának az ún. díszlokációknak tulajdonították a feltűnően nagy különbséget.

Rengeteg kísérlet irányult arra, hogy a *Frenkel* modellt javítsák, módosítsák, de még egy teljes nagyságrenddel sem sikerült az ún. elméleti folyási határt a (2) képletben megadotthoz képest csökkenteni. A *Frenkel* modellel szemben fennálló kételyt gyökeresen megváltoztatta az a tény, hogy az 50-es években egész sor olyan kristályt állított elő *Gyulai* [6] (1954), *Brenner* [7] (1958) és *Gilman* [8] (1959), amelyek folyási határa nagyon jól megközelítette az elméleti értéket. Azóta számtalan anyagból előállítottak ilyen ideális szilárdságú kristályokat. Sajnos, ezek mérete alig éri el az 5 mikron vastagságot és ezért gyakorlati felhasználásra jelenleg alkalmatlanok.

A fémek mechanikai tulajdonságai és technológiája problémájában azonban felbecsülhetetlen jelentőségű a gyakorlatilag ideális folyási határú tűkristályok (whiskers) felfedezése, mert egyértelműen bizonyította, hogy a *Frenkel* modell és a belőle számított elméleti folyáshatár reális érték, közvetve pedig azt is, hogy a kísérleti úton mért folyási határ valóban a diszlokációk jelenlétének a következménye. Ugyanis ezeknek a nagyon kismé-

retű sörte- vagy tűkristályoknak a folyási határa azért éri el az elméleti értéket, mert méretük olyan kicsiny, hogy általában nem teszi lehetővé a díszlokációk kialakulását.

Végeredményben tehát bebizonyosodott, hogy

a) a tökéletes vagy közel tökéletes kristályok σ_{fi} folyási határa az elméleti értékkel azonos nagyságrendű közel $0{,}06\ G \sim 0{,}3\ G$; és hogy

b) a közönséges fémek és ötvözetek több nagyságrenddel kisebb folyási határa annak következménye, hogy ezek nagyszámú díszlokációt tartalmaznak, amelyek irreverzibilis mozgása a mért folyási határnak megfelelő feszültségnél megkezdődik. A díszlokációk irreverzibilis mozgása pedig képlékeny alakváltozással jár.

E két megállapításból azonban az is kiderül az első pillantásra, hogy a folyási határ növelése elvileg szintén kétféle módon érhető el:

a) ideális szerkezetű, diszlokációmentes kristályok előállításával; vagy

b) a reális szerkezetű kristályokban a diszlokációk mozgásának a megakadályozásával.

Felhasználható méretű, néhány cm vastag, diszlokációmentes fémeket eddig nem sikerült előállítani annak ellenére, hogy az ilyen irányú kutatások száma nagy. Sokkal kézzelfoghatóbb eredményeket szolgáltat a diszlokációk mozgásának a korlátozása. A szilárdság növelésére irányuló minden kutatás a múltban önkéntelenül, jelenleg pedig tudatosan a díszlokációk mozgásának a megindulását korlátozza. Minél nagyobb feszültségnél indulnak mozgásnak a diszlokációk, annál nagyobb a mért folyási határ.

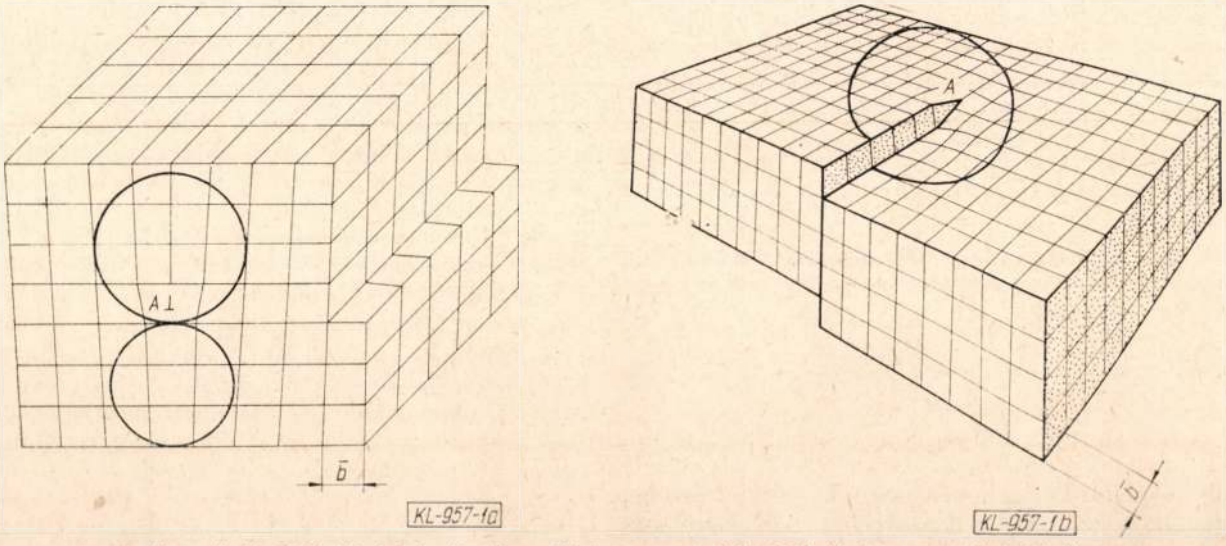
III. A technológiai folyamatok hatásmechanizmusa

A következőkben részletesen áttekintjük, hogy a már említett technológiai folyamatok milyen mechanizmusok révén gátolják a diszlokációk mozgását és növelik a folyási határt. Előbb azonban az *1. ábrán* bemutatjuk a diszlokációk két legegyszerűbb és legáltalánosabb típusát azoknak a részleteknek a kihangsúlyozására, melyek a szilárdságnövelésnél a legfontosabbak.

Az *1a* ábra egy ún. éldiszlokációt mutat, mely az *A* pontban a kristály homlok-felületére merőlegesen helyezkedik el a kristályban. Ha egy ilyen diszlokáció végighaladt a kristályban a $\perp$-jellel megadott csúszósíkon, akkor a kristály felső része az alsóhoz képest $\bar{b}$ értékkel irreverzibilisen elmozdult, a kristály alakja képlékenyen megváltozott. Az *1b ábra* egy ún. csavardiszlokációt szemléltet, amely a kristály felső felületére merőlegesen foglal helyet a kristályban és az *A* pontból indul ki. A kristály homlokfelületén látható az a maradó alakváltozás, melynek nagysága $\bar{b}$ és amit a csavardiszlokáció a beárnyékolt (az *A* pontban átmenő) felületen végighaladva létrehozott.

Mindkét diszlokáció közvetlen környezetében körökkel jelöltük meg azokat a tartományokat, ahol a kristályok rugalmas torzulása rendkívül nagy. Ezek a rugalmas tartományok játsszák a mechanikai tulajdonságok megszabásában a legfontosabb szerepet. Az éldiszlokációnál a csúszósík alatt és felett erősen összenyomott, ill. szétfeszített atomsorok vannak annak következtében, hogy ez a diszlokáció egy olyan extra kristálytani síknak az éle, melynek a csúszósík alatt nincs folytatása. A csavardiszlokáció körül pedig nagy mértékű csúsztató feszültség alakul ki, amely a középponttól mért r távolságnak a függvényében csökken.

A gondosan kilágyított fémkristályok négyzetcentiméterenként 10^6—10^7 díszlokációt tartalmaznak, melyek finom hálózatként átszövik az egész kristályt. A diszlokációkat körülölelő rugalmasan torzult tartományok kölcsönösen hatnak egymásra, de minden egyéb ok miatt a kristályban kialakult feszültségmezőre is. Ezeknek a feszültségmezőknek a kölcsönhatása akadályozza a díszlokációk mozgását. Így tulajdonképpen a folyási határ növelése olyan feszültségmezőknek a létrehozását jelenti, amelyek a diszlokációk mozgását akadályozzák.



1. ábra. A diszlokációk két legáltalánosabb típusa: a) éldiszlokáció, b) csavardiszlokáció

A diszlokációk mozgását akadályozó feszültségmezők kialakítása, ill. a folyási határ növelése a következőképpen érhető el:

a) képlékeny alakváltozással,
b) krisztallithatárok létrehozásával,
c) szilárd oldat létrehozásával,
d) kiválások létrehozásával,
e) diszperz részecskék létrehozásával,
f) diffúzió nélküli martenzites átalakulással,
g) rendezett rácsú szilárd oldat létrehozásával.

A számszerű értékek összehasonlítása érdekében meg kell adni azt a σ_c folyási határt is, mely a jól kilágyított egykristályokban a diszlokációk mozgását és ezzel a képlékeny alakváltozást megindítja. Ezek a kísérleti úton meghatározott értékek a

$$10^{-5}\,G — 10^{-3}\,G$$

közé esnek, amint azt néhány fémkristályon mért érték az *1. táblázatban* mutatja. Az egykristályok folyási határával kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az a tisztaságnak és az előállítási technológiának is függvénye.

1. táblázat

Anyag	Kristályszerkezet*	Csúszási sík	Csúszási irány	Rugalmassági modulus kp/mm²	Folyási határ kp/mm²
Ag	F. k. k.	111	$10\bar{1}$	3 000	0,06
Au	F. k. k.	111	$10\bar{1}$	2 780	0,09
Cu	F. k. k.	111	$10\bar{1}$	4 800	0,10
Ni	F. k. k.	111	$10\bar{1}$	7 450	0,58
Fe	T. k. k.	110	$1\bar{1}1$	8 300	2,8
Mo	T. k. k.	110	$1\bar{1}1$	12 800	5,0
Cd	Hex.	0001	$11\bar{2}0$	1 730	0,058
Mg	Hex.	0001	$11\bar{2}0$	1 700	0,083
Zn	Hex.	0001	$11\bar{2}0$	4 080	0,094
Sn	Tetr.	100	001	1 790	0,189

* *F. k. k.* felületen középpontos köbös; *T. k. k.* térben középpontos köbös; *Hex.* hexagonális; *Tetr.* tetragonális.

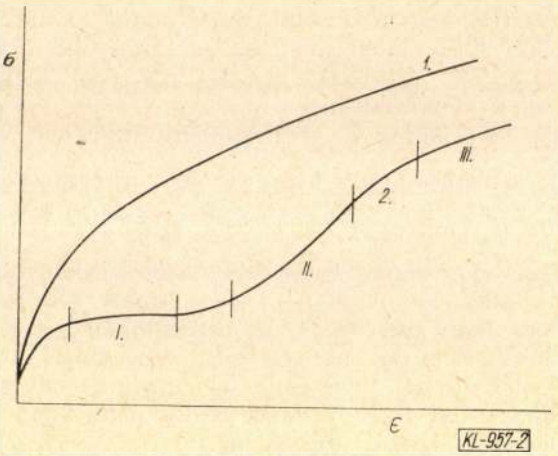
IV. A folyási határt növelő lehetőségek

Most pedig nézzük meg pontról pontra a korábban felsorolt folyási határt növelő lehetőségeket.

a) A képlékeny alakváltozás tulajdonképpen a diszlokáció-sűrűséget növeli. A nagyobb diszlokáció-sűrűségű kristályban kisebb a diszlokációk közötti átlagos távolság, nagyobb a diszlokációk közötti kölcsönhatás és ezért mozgatásukhoz nagyobb feszültségre van szükség. *Taylor* [5] volt az első, aki meghatározta a folyási határt a diszlokációk sűrűségének a függvényében és a következő kifejezésre jutott:

$$\sigma_k = \alpha \frac{Gb}{\pi}\sqrt{\varrho} = \alpha \frac{Gb}{\pi}\sqrt{\frac{\epsilon}{bL}} \qquad (3)$$

Itt α egy állandó, mely csavardiszlokációknál éppen egységnyi, éldiszlokációknál pedig kb. 1,5; b a diszlokációk Burgers-vektorának abszolút értéke, ami nem más, mint a kristályban a legközelebbi atomok távolsága vagy az atomátmérő; ϵ az alakváltozás mértéke; L pedig a diszlokációk szabad úthosszúsága. Az egyenlőség jobb oldala a szakítógörbék jól ismert alakjának felel meg. (Ezzel kapcsolatban fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a ϱ diszlokáció-sűrűség függvényében megadott értékek csak a jól kilágyított kristályoknál nagyobb diszlokáció-sűrűségű anyagokra vonatkoznak. Ha a diszlokáció-sűrűség ennél kisebb, akkor az összefüggés hiperbolikus és a folyáshatár a ϱ csökkenésével nő, ilyen kis diszlokáció-sűrűség azonban a műszaki gyakorlatban felhasznált anyagokban nem fordul elő.)

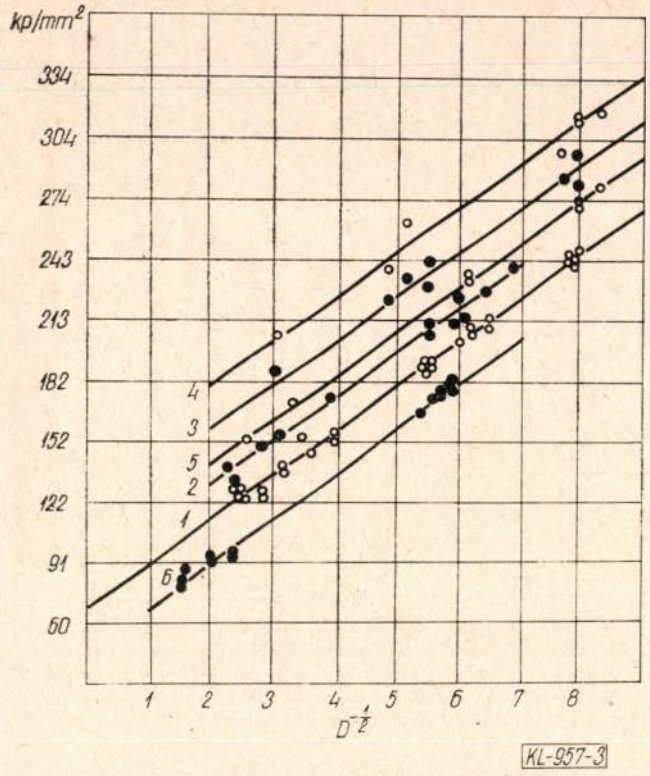


2. ábra. A képlékeny alakváltozást létrehozó feszültség az alakítás mértékének a függvényében. Az 1. görbe a polikrisztallin fémekre, a 2. görbe pedig azokra a felületen-középpontos-köbös fémkristályokra vonatkozik, melyeknél a képlékeny alakváltozás megindulásánál egyetlen csúszási rendszeren megy végbe az alakváltozás

Az egykristályok feszültség-alakváltozási görbéje nem mindig felel meg a (3) egyenlet parabolikus törvényének, amint az a *2. ábrán* is látható. Az alsó görbe olyan kristály alakítási feszültségét mutatja be az alakváltozás függvényében, melyben a csúszás egyetlen csúszási rendszeren indul meg. Az ilyen ún. egyszerű csúszásnak megfelelő alakváltozás tartozik az I. szakaszhoz. Az alakváltozás során a kristály orientációja megváltozik. Amikor a kristály orientációja az alakváltozás közben már annyira megváltozott, hogy a csúszás egyszerre két csúszási rendszeren megy végbe, a feszültség a II. szakasz szerint nő. Végül a III. szakaszra az jellemző, hogy a mozgó diszlokációk saját csúszó síkjukon már alig tudnak lényeges utat megtenni és keresztcsúszással más csúszó síkra kényszerülnek, mert a korábbi képlékeny alakváltozás sok ún. *Cottrell-Lomer* [10, 11] diszlokációt hozott létre. Természetesen mindhárom szakaszban a képlékeny alakváltozás okozta folyáshatár-növekedés másmás törvényszerűséggel megy végbe.

A *3. ábra* felső görbéje a polikrisztallin, a gyakorlati fémek folyási határának a változását mutatja. Látható, hogy ez leginkább a III. szakasznak felel meg. Ennek a szakasznak a leírására *Seeger* [9] a következő összefüggést vezette le:

$$\sigma_k = \frac{2}{n}\left(\frac{1}{2\pi} - \frac{2\gamma}{b}\right) \qquad (4)$$



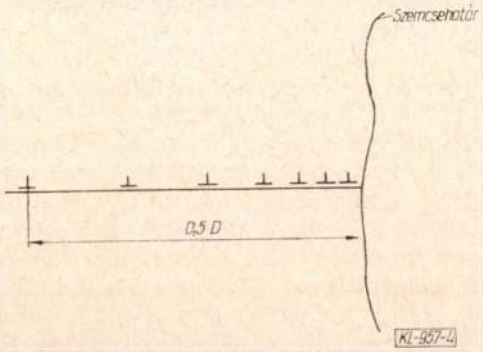
3. ábra. Az ún. Petch egyenlet (6) helyességét mutatja a vonalsereg, vagyis azt, hogy a szemcseátmérő négyzetgyökével a folyási határ fordítva arányos

Itt n azoknak a diszlokációknak a száma, amelyek valamilyen akadály miatt feltorlódnak; γ pedig az ún. rétegződési hibának a felületegységre eső energiája.

Ugyanerre a szakaszra más modell alapján *Kocks* munkatársaival [12] a következő eredményre jutott:

$$\sigma_k = kGb\sqrt{\varrho} \qquad (5)$$

Látható, hogy ez az összefüggés csak a k állandóban különbözik *Taylor* kifejezésétől. Ez utóbbi kifejezésben a szerzők a k értékét 0,4—1,0-re becsülik attól függően, hogy milyen az az akadály, mely a diszlokációk mozgását oly mértékben akadályozza, hogy azok feltorlódnak (pile up). (Ld. pl. a *4. ábrát*, amely a szemcsehatáron feltorlódott diszlokáció-sort mutat. A feltorlódás azonban az akadályok természetétől függetlenül bekövetkezik, csupán számuk különbözik, amit az szab meg, hogy



4. ábra. A diszlokációk felhalmozódása (pile up) krisztallithatár közelében

mekkora az a kritikus τ_{kr} feszültség, amely a legelső diszlokációt az akadályon keresztülkényszeríti.)

A három összefüggést mérlegelve nyilvánvaló, hogy a (3) és az (5) összefüggés közel azonos. Annak ellenére, hogy a kiindulási modellek lényegesen eltérnek egymástól. Látszólag egészen más jellegű *Seeger* képlete, amely a diszlokáció-sűrűséget kifejezetten nem is tartalmazza. Közvetve azonban benne rejlik, mert feltorlódott diszlokációk n száma nyilvánvalóan annak a függvénye. Eredményében azonban semmi esetre sem térhet el jelentősen a másik két kifejezéstől, mivel ugyanazt a szakaszt írja le, mint *Kocks* és munkatársai.

A *2. táblázat* a képlékeny alakváltozás, ill. a diszlokációk sűrűségének a hatását néhány fémre számszerűen is megadja azzal a feltételezéssel, hogy a maximális diszlokáció-sűrűség 10^{10} cm^2, annak ellenére, hogy irodalmi források szerint ez

2. táblázat

Sorszám	Anyag	G kp/mm²	b mm	$b\sqrt{\varrho}$	$G \cdot b \cdot \sqrt{\varrho}$ kp/mm
1.	Al	2 700	$2{,}86 \cdot 10^{-7}$	$2{,}86 \cdot 10^{-3}$	$7\,722 \cdot 10^{-3}$
2.	Cu	4 800	$2{,}56 \cdot 10^{-7}$	$2{,}56 \cdot 10^{-3}$	$12\,288 \cdot 10^{-3}$
3.	Cr	7 400	$2{,}50 \cdot 10^{-7}$	$2{,}50 \cdot 10^{-3}$	$18\,500 \cdot 10^{-3}$
4.	Fe	8 300	$2{,}48 \cdot 10^{-7}$	$2{,}48 \cdot 10^{-3}$	$20\,584 \cdot 10^{-3}$
5.	Mo	12 800	$2{,}72 \cdot 10^{-7}$	$2{,}72 \cdot 10^{-3}$	$34\,816 \cdot 10^{-3}$
6.	Ni	7 450	$2{,}49 \cdot 10^{-7}$	$2{,}49 \cdot 10^{-3}$	$18\,550{,}5 \cdot 10^{-3}$
7.	V	4 660	$2{,}63 \cdot 10^{-7}$	$2{,}63 \cdot 10^{-3}$	$12\,255{,}8 \cdot 10^{-3}$
8.	W	16 000	$2{,}74 \cdot 10^{-7}$	$2{,}74 \cdot 10^{-3}$	$43\,840 \cdot 10^{-3}$

két nagyságrenddel nagyobb is lehet. A maximális értéket kihasználni azonban jelenleg nem tudjuk. A térben középpontos köbös fémekben ugyanis nagyobb diszlokáció-sűrűségnél *Cottrell* [13] szerint egy különleges diszlokáció típus alakul ki, amely az egymásra merőleges repedések [14] egész sorát hozza létre és így törékennyé válik az anyag. A felületen középpontos köbös fémekben pedig — amelyek rendszerint alacsonyabb olvadáspontúak — megindul a lágyulás. Végeredményben tehát a képlékeny alakváltozás következtében a folyási határ

$$10^{-3}G - 10^{-2}G$$

értékre növelhető.

b) A krisztallithatároknak a folyási határ növelő hatását *Petch* [15] tapasztalatai alapján a következő összefüggésben írta le:

$$\sigma_h = \sigma_e + \frac{K}{\sqrt{D}} \qquad (6)$$

ahol σ_e az egykristály folyási határa; K egy az anyagtól függő állandó; D pedig a krisztallitok átlagos átmérője. Az összefüggés helyességét mutatja néhány anyagra a 3. ábra.

Koehler [16] és *Stroh* [17] diszlokációs modell alapján határozták meg a (6) egyenlet K értékét [18]. Szerintük

$$K = \sqrt{\frac{8Gb\sigma_m}{\pi(1-\nu)}} \qquad (7)$$

Itt a σ_m a szemcsehatároknál feltorlódó diszlokációk okozta feszültségcsúcsot jelenti (ld. a 4. ábrát). A K értéke nagymértékben függ attól, hogy milyen távol van a diszlokációk forrása a szemcsehatártól

és ezért hatását megbecsülni nehéz. *Verő* [19] mintegy 20 kp/mm² értékre becsüli azt a folyási határ növekedést, ami a szemcseméret csökkentésével az α vasban elérhető akkor, ha a minimális szemcseméretet 10^{-3} cm nagyságúnak tételezzük fel. Ez azt jelenti, hogy a szemcsehatárok következtében elérhető folyási határ növekedése közelítőleg

$$\sim 2 \cdot 10^{-3} G$$

Az újrakristályosodás és az allotróp módosulatváltozás lehetőséget ad arra, hogy a krisztallitok méretét 10^{-3} cm-nél jóval kisebbre csökkentsük megfelelő hőkezeléssel. Azonban a folyáshatárnövekedés egy bizonyos krisztallitméretnél (ugyanúgy mint a diszlokációk sűrűségénél) megfordul és a nagyon kis krisztallitú anyagok folyáshatára csökken. Sajátos szerepet kap ez a tény a szuperképlékenységben.

c) A szilárd oldatot képező ötvöző elemek körül szintén erősen eltorzul a kristály. Ez a feszültséggel terhelt tartomány lép kölcsönhatásba a diszlokációkkal, amelynek egyik eredménye a folyási határ növekedése. Ennek a feszültségtérnek a milyensége, az oldó és az oldott atomok méretétől, vegyértékétől, a mátrix és az oldott atom rugalmas tulajdonságaitól stb. függ. Az irodalomban az oldott atomok hatásának a leírását a folyási határra többféleképpen adják meg attól függően, hogy milyen modell szolgál a leírás alapjául. A legelső és leggyakrabban idézett összefüggést *Mott* és *Nabarro* [20] írta le, az atomátmérők különbsége okozta hatások figyelembevételével, amely szerint a folyáshatárnövekedés

$$\sigma_0 = G \epsilon^2 C \qquad (8)$$

vagy

$$\sigma_0 = 2{,}5 G \epsilon^{4/3} C \qquad (9)$$

Az összefüggésekben ϵ az oldó és az oldott atomok fajlagos méretkülönbségét jelenti, azaz

$$\epsilon = \frac{r - r_0}{r_0} \qquad (10)$$

ahol r az oldott, r_0 az oldó fém atomjainak sugara, c pedig a szilárd oldat koncentrációja.

A (8) összefüggés érvényes akkor, ha a c koncentráció nagyobb, mint 10^{-2}, a (9) összefüggés pedig akkor adja meg az eredményt, ha a koncentráció $10^{-2} - 10^{-3}$ közé esik.

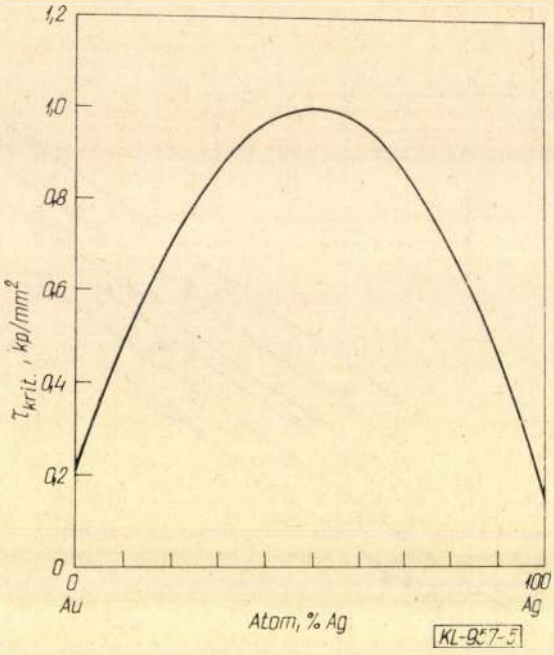
Nézzük meg egy olyan ötvözetrendszer folyáshatárát a koncentráció függvényében, amely minden koncentrációnál azonos kristályszerkezetű szilárd oldatot képez. Ebben az esetben olyan görbét kapunk, mint amilyent az *5. ábra* szemléltet. Ez világosan mutatja, hogy csak kis koncentrációknál érvényesülhet a (8) és (9) összefüggés, amely a koncentrációtól lineárisan, ill. 4/3-os hatvány szerint függ. Az 5. ábra egyértelműen mutatja, hogy — legalábbis nagyobb koncentrációknál — a folyáshatárt megadó összefüggésben a c koncentráció kitevőjének 1-nél kisebbnek kell lenni.

Fleischer [21] a következő összefüggésre jut:

$$\sigma_0 = A G \epsilon^{3/2} C^{1/2} \qquad (11)$$

ahol A az anyagtól függő állandó.

Ha becsülni akarjuk, hogy az oldott atomok mennyire növelhetik egy fém folyási határát, azt



5. ábra. Az Au—Ag ötvözetrendszerben a koncentrációtól függetlenül mindig ugyanaz a szerkezet alakul ki. A diagram a képlékeny alakváltozás megindításához szükséges csúsztató feszültséget mutatja a koncentráció függvényében

kell számításba vennünk, hogy az ϵ értéke nem lehet nagyobb, mint 0,15, ha a c koncentrációt maximálisan ki akarjuk használni. Ugyanis *Hume-Rothery* [22] tapasztalati törvénye szerint a szilárd oldat ennél nagyobb fajlagos atomátmérő különbségnél csak nagyon szűk koncentráció tartományban jöhet létre. Ennek megfelelően, ha ε-ra 0,1 -et, c-re pedig 0,5 értéket veszünk, akkor a szilárd oldat képződéséből eredő folyási határ növekedése a [8] kifejezés szerint

$$\sim 10^{-3} G$$

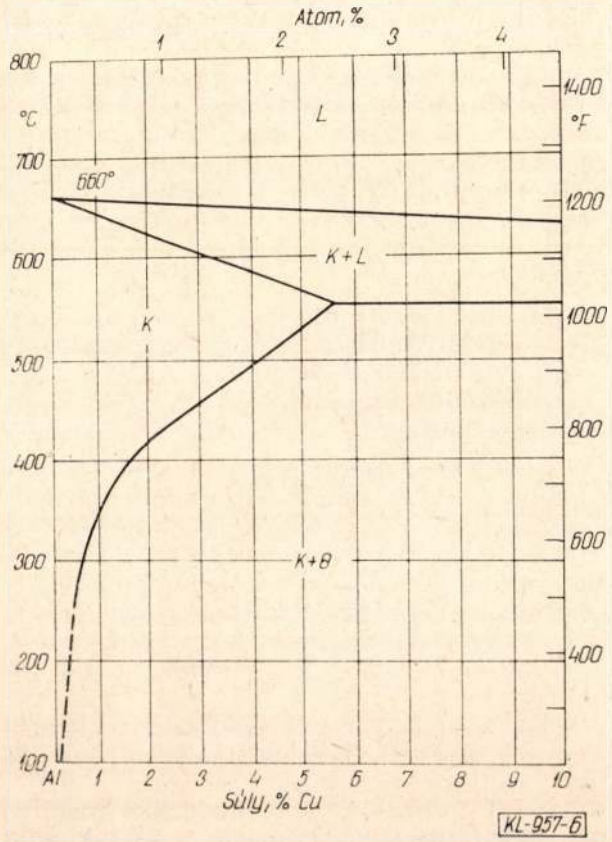
értékű lehet a szubsztituciós szilárd oldatokra.

Itt meg kell jegyezni azt is, hogy a térben középpontos köbös kristályszerkezetű intersztíciós szilárd oldatokban az ε értéke megközelíti az egységet. Így ezekben a szilárd oldatokban a folyási határ azonos koncentráció értéknél közel két nagyságrenddel lenne nagyobb, mint a szubsztitúciós szilárd oldatoké. Ez lenne a leghatásosabb folyási határt növelő lehetőség akkor, ha az intersztíciós szilárd oldatok maximális koncentrációja nem lenne túl kicsi. A műszaki fontosságú α vasban pl. a szénatomok maximális oldhatósága szobahőmérsékleten nem éri el a 0,01%-ot. A korlátozás ezt a csábító lehetőséget kizárja.

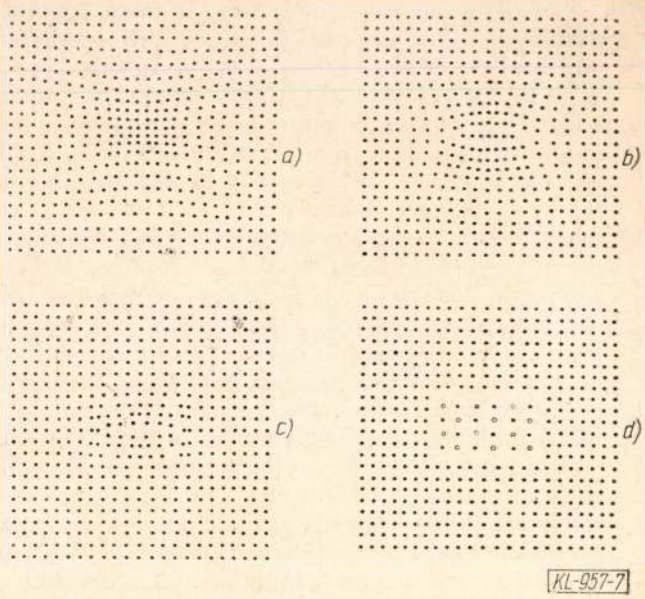
d) A kiválásosan keményíthető ötvözetek általános jellemzője, hogy egyik alkotójuk oldhatósága a hőmérséklet csökkenésével csökken. A *6. ábra* egy jellegzetes ötvözet, az Al-Cu rendszer állapotábrájának azt a részletét mutatja, mely arra a koncentrációra korlátozódik, melyben a kiválás hatásosan megvalósítható. Megfelelő hőkezeléssel az ilyen ötvözetekben Al_2Cu vegyület keletkezik, melynek mennyiségét a c koncentráció, krisztallitjainak méretét és eloszlását pedig a hőkezelés szabja meg. A *7. ábra* vázlatosan mutatja, hogy a kiválás milyen változásokon megy át a hőkezelés során.

Közvetlenül a gyors hűtés után a GP-I zónának nevezett képződmények keletkeznek [23], amelyek 1—2 atomréteg vastagságúak, Cu atomokból állnak, az alapanyag {100} síkjai mentén helyezkednek el és átmérőjük kb. 25 Cu atom. A további hőntartás során ebből alakul ki a GP-II-nek nevezett képződmény, mely a *7b* ábrán látható. Ennek mérete az előbbinél valamivel nagyobb, kémiai összetétele pedig az Al_2Cu_3 képletnek felel meg. A következő metastabilis fázis a Θ' már Al_2Cu összetételű, de tetragonálisan torzult az egyensúlyi Θ fázishoz képest.

Az eddig említett négyféle képződmény közül az első háromnak két jellegzetessége van: metastabilisak és az alapötvözettel koherens vagy közel koherens határuk van. A metastabilitás következik abból, hogy az egyensúlyi ötvözetrendszer az alumíniumnak felületen középpontos köbös, kevés rezet tartalmazó szilárd oldatába ágyazott, és Al_2Cu alapon középpontos tetragonális szerkezetű intermetallikus vegyületből áll. A GP zónákat tartalmazó rendszer azonban kisebb szabadenergiájú, mint a gyors hűtés utáni túltelített szilárd oldat. A koherens határ is ezért alakul ki a GP zónák és a szilárd oldat között, mert az inkoherens határnak a felületi energiájából eredő szabadenergia csökkenése kisebb, mint a koherens határokkal kialakuló rendszeré, annak ellenére, hogy ez utóbbi nagy rugalmas torzulásokkal jár. A rugalmas alakváltozás különösen nagy a korongalakú GP zónák átmérői mentén, hiszen ennek a rugalmas alakváltozásnak kell kompenzálnia az Al és a Cu atomok átmérőeltéréseiből ($d_{Al}=2{,}86\cdot10^{-8}$ cm, $d_{Cu}=2{,}56\cdot10^{-8}$ cm) eredő térfogatváltozásokat.



6. ábra. Az Al—Cu ötvözetrendszer állapotábrájának egy részlete



7. ábra. A kiválások kialakulásának vázlatos szemléltetése az Al—Cu rendszerben

a — éldiszlokáció, *b* — csavardiszlokáció
a — A gyors lehűtést követően a szilárd oldatban olyan tartományok alakulnak ki, melyben a Cu atomok mennyiséae jóval nagyobb az átlagosnál (GP-I zóna). *b* — A nemesítés első lépéseként kialakult tartományok, amikor még a függőleges atomsikok folytonossága nem, de a vízszinteseké már megszűnt (GP-II zóna). *c* — A Θ'-vel jelölt fázis, melyben a kémiai koncentráció már megfelel az egyensúlyi összetételnek és ennek következtében a Θ' fázis szerkezete is, de a fázishatár még mindig nagyon torzult. *d* —A z egyensúlyi fázis kialakulásának megfelelő helyzet

Elsősorban e torzulásokkal járó feszültségmező az oka a folyási határ növekedésének. Az ilyen ötvözetekben a diszlokációk mozgásának az a leglényegesebb vonása, hogy azok átmetszik az eddig említett három képződményt, mivel a koherens kapcsolat az alapötvözet és a metastabilis tartományok között a GP-I zóna esetén teljesen, a GP-II és a Θ' szerkezettel pedig részben fenntartja a csúszósíkok folyamatosságát.

Bár az eddigiek az Al-Cu ötvözetre vonatkoztak, de lényegében hasonló folyamat megy végbe valamennyi kiválásosan keményíthető ötvözetben. Mindegyikben megtaláljuk a GP-I és a GP-II zónát, valamint a metastabilis semikoherens határú Θ' fázist is.

Ezek a képződmények, ill. a fázisok a folyási határt *Mott* és *Nabarro* [20] szerint az alábbi módon növelik:

$$\sigma_p = 2G\epsilon C \qquad (12)$$

Ami a számserű értékeket illeti, a (12) és a (8) egyenlet összetevésével azonnal kiderül hogy a kiválások lényegesen nagyobb folyáshatár-növekedést okoznak, mint az oldott atomok. Már a kétszeres szorzó is megduplázza a hatást és ez tovább nő egy nagyságrenddel annak következtében, hogy az ε fajlagos méretkülönbség nem a második, hanem az első hatványon szerepel. Így a kiválásosan keményített ötvözetekben a folyási határ növekedése

$$\sim 10^{-2}G$$

nagyságra becsülhető.

e) Eddig alig esett szó a 7d ábráról, amely az egyensúlyi Al_2Cu fázis körül kialakult szerkezetet vázolja. A másik három előbb tárgyalt képződményhez képest az a döntő különbség, hogy ennek a fázisnak a határa inkoherens. Ez azt jelenti, hogy az alumíniumalapú rezet tartalmazó szilárd oldat csúszósíkjai nem folytatódnak az Al_2Cu tetragonális fázis valamely kristálytani síkjában és ezért a diszlokációk az alakváltozásnál nem tudják az ilyen fázist átmetszeni. Egy másik lényeges különbség pedig az, hogy ez a fázis egyensúlyi fázis (már amennyire egy szilárd test egyensúlyi állapotban lehet). Az ilyen részecskéket nem kiválásnak, hanem diszperz részecskéknek tekintjük. Ez a megkülönböztetés részben azért fontos, mert a diszperz részecskék más mechanizmussal növelik a szilárdságot, mint a kivált részecskék, részben pedig azért, mert egyensúlyi fázisok. Az ilyen ötvözetrendszerek közül ki kell emelni azokat, melyekben a diszperz fázis kötési energiája olyan nagy, hogy ha már egyszer létrejött, az alapmátrixba visszaoldódni képtelen; ezért az ilyen ötvözetrendszerekben a második fázis mennyisége és eloszlása független a hőmérséklettől és csak az előállítás körülményeitől függ. Ezek a „valódi" diszperz részecskékekkel keményített ötvözetek, szemben az olyan ötvözetekkel, mint amilyen pl. az Al-Cu ötvözetrendszer is, melyben az egyensúlyi diszperz részecskék, az Al_2Cu krisztallitok mennyisége a hőmérséklet növekedésével csökken (ld. a 6. ábrát).

Az alapmátrixban oldhatatlan diszperz fázissal keményített ötvözetekben a második fázis rendszerint valamilyen kemény fémoxid. Egy jellegzetes ilyen ötvözet az $Al\text{-}Al_2O_3$ vagy a $Cu\text{-}Al_2O_3$. A diszperziósan keményíthető ötvözeteket rendszerint porkohászati úton vagy belső oxidációval állítják elő. Az első esetben a finom oxidport az alapfém porával keverik össze és így zsugorítják. A belső oxidáció pedig abból áll, hogy olyan ötvözetet készítenek szokásos kohászati eljárással, melyben az egyik alkotó a későbbi diszperz fázisnak egyik eleme. Az ilyen ötvözetet oxigénnel telítik, miközben kialakul a diszperz oxid. A diszperziósan keményített ötvözetek közé soroljuk az egyébként kiválásosan keményíthető ötvözeteket is akkor, ha azok túl öregbített állapotban vannak, ahogy ezt tettük az Al-Cu ötvözet esetében is.

A diszperz részecskéket tartalmazó ötvözetekben a diszlokációk mozgását *Orowan* [24] írta le. Ezt a mechanizmust mutatja a *8. ábra*. A diszlokációk a diszperz részecskék között csak úgy tudnak áthaladni, hogy minden részecske körül egy teljes diszlokációs hurok marad hátra. A képlékeny alakváltozás megindulását az a feszültség szabja meg, mely a diszlokációkat két szomszédos részecske között át tudja kényszeríteni. Így a folyási határnak a diszperz részecskék hatására bekövetkező növekedése *Orowan* szerint

$$\sigma_d = \frac{Gb}{R} \qquad (13)$$

ahol R a részecskék közötti távolság. Feltéve, hogy ezt a távolságot 10^{-4} mm-re sikerül csökkenteni, ami nagyon finoman diszpergált részecskéket jelent, az így elérhető szilárdságnövekedés

$$\sim 10^{-3}G$$

Bár ez az érték kisebb, mint amit kiválásos keményedéssel el lehet érni, az ilyen ötvözeteknek mégis nagy a jelentőségük, mert nagy hőmérsékleten is terhelhetők (kivéve a kiválásokkal létrehozott diszperziós ötvözeteket) annak veszélye nélkül, hogy a részecskék eldurvulnának, ami az R növekedésével és a folyási határ csökkenésével jár.

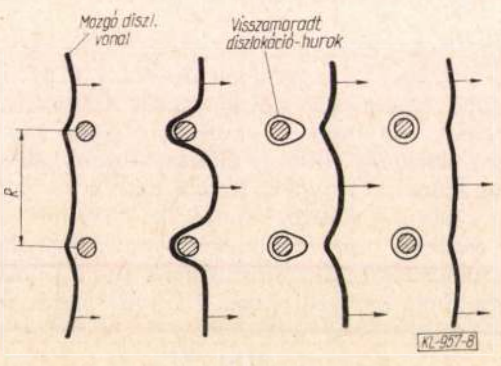
f) A diffúzió nélküli vagy martensites átalakulásokra az jellemző, hogy az ilyen folyamatokban az atomok csak nagyon kis elmozdulást végeznek a szomszédjaikhoz képest. Ezért rendszerint gyorsan mennek végbe. A martensites átalakulásokban résztvevő régi és új fázis fajtérfogata különböző. A fajtérfogat-különbségből eredő eltéréseket, vagy a képlékeny alakváltozás, vagy ikerképződés csökkenti, de nem szünteti meg. Ezért az új fázist külső igénybevétel nélkü is nagy rugalmas feszültségek terhelik.

A diffúzió nélküli átlalkulás új fázisának koncentrációja azonos az eredetivel, mert nincs diffúzió. A szilárdságnövelésben fontos szerepe van annak a ténynek is, hogy a martensites átalakulás során létrejövő új fázis krisztallitjai rendkívül finomak. Így az ilyen átalakulásokban az előzőekben már említett hatások közül több is szerephez jut, nevezetesen

a finom szemcseméret,
a képlékeny alakváltozás okozta diszlokációsűrűség növekedése,
az oldódási keményedés,
az ikerképződés.

Az első három hatást a korábbiakban már tárgyaltuk, és azt is láttuk, hogy hatásukra milyen mértékben nő a folyási határ. Az ikerképződésről ugyan nem esett szó, de annak hatása a krisztallithatárokéhoz hasonló, mert az ikerhatárok is különböző orientációjú kristálytartományokat választanak el egymástól és ennek következtében ott a diszlokációk ugyanúgy feltorlódnak, mint a krisztallithatárokon.

Külön ki kell emelni az oldódás okozta keménységnövekedést. Már korábban szó volt arról, hogy az intersztíciós atomok, mint amilyenek a B, C, H, N és az O, a térben középpontos köbös kristályokban sokkal nagyobb keményedést okoznak, mint a szubsztituciósok. Normális körülmények között azonban ezek koncentrációja elhanyagolható. A



8. ábra. A kiválások körül kialakuló diszlokációs gyűrűk Orowán szerint

martensites átalakulás azonban lehetővé teszi, hogy pl. a C-atomok koncentrációját két nagyságrenddel megnöveljük az egyensúlyi koncentrációhoz képest, az új martensites fázisban. Ez az egyik oka a vasalapú ötvözetekben a martensites szerkezet rendkívül nagy folyási határának.

A nagy keménység másik oka az, hogy helyi kis térfogatokra kiterjedően nagy képlékeny alakváltozás megy végbe. Ennek következtében a diszlokáció-sűrűséget minimálisan 10^{12} cm^{-2}-re becsülik (*Machlin* [25]). Ez azt jelenti, hogy az ebből eredő keménység nagyobb, mint a korábbiakban a diszlokáció sűrűség hatására 10^{-2} G-re becsült érték. Ha az intersztíciós atomok koncentrációjának a megnövekedését, a diszlokációk nagy sűrűségét és a szemcsék elaprózódását az ikerképződéssel együtt számításba vesszük, a martensites átalakulásnak a folyási határt növelő hatását a vasalapú ötvözetekben

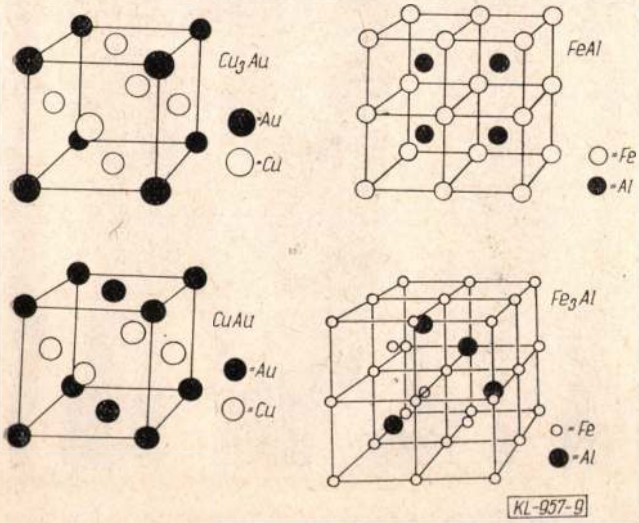
$$10^{-1}G \div 10^{-2}G\text{-re}$$

becsülhetjük. Ez közel jár az elméleti folyáshatár értékéhez.

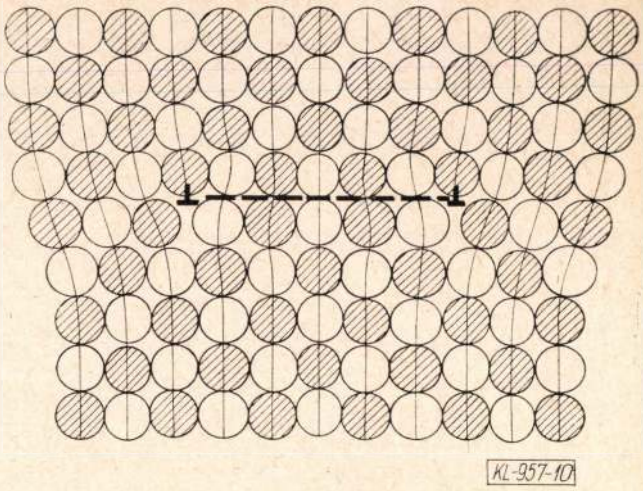
Ha azonban meggondoljuk, hogy a vas tűkristályain 1300 kp/mm² folyási határt mértek és az ún. maraging acélok szilárdsága [26] az 500 kp/mm² nagyságot is eléri, akkor kiderül, hogy a fenti becslést a gyakorlati eredmények megerősítik.

Az előbbiekhez annyit még hozzá kell tenni, hogy az ötvözetlen acélokban martensit sokkal kisebb feszültségnél ridegen törik. Ez valószínűleg annak következménye, hogy a nagyon nagy diszlokációsűrűségű helyeken Cottrell-féle hasadási diszlokációk keletkeznek [13]. Az ezzel járó ridegtörékenységet kellene valamilyen módon csökkenteni.

A martensites átlakulásokkal kapcsolatban meg kell említeni, hogy az nem csupán a vasalapú ötvözetekben fordul elő. Egyre több olyan ötvözetet ismertetnek, melyekben a martensites átlakulás végbemegy és amelyek egyálalán nem tartalmaznak vasat. Ismerünk közöttük olyan martensites átalakulást, melynél a martensites fázis lágyabb, mint amiből keletkezett. Ezek azonban egyelőre inkább elvi jelentőségűek. Kétségtelen, hogy a gya-



9. ábra. A köbös rendszerben előforduló rendezettrácsú szilárd oldatok elemi cellái, ill. azok többszörösei

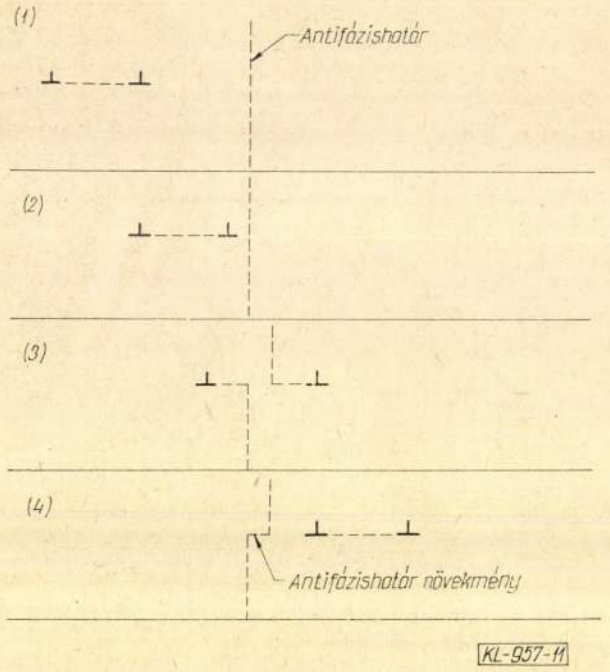


10. ábra. Éldiszlokáció egy rendezettrácsú szilárd oldatban. A szaggatott vonal mutatja, hogy ennek a diszlokációnak a környezetében antifázishatár alakul ki

korlati hasznosításban manapság a vasalapú ötvözetek a legfontosabbak.

g) Nézzük most a rendezett rácsú szilárd oldatnak a folyási határt növelő szerepét. Az ilyen szerkezetekre, mint amilyenek a *9. ábrán* is láthatók az jellemző, hogy bennük a különböző fajtájú atomok nem statisztikusan, hanem meghatározott rendben helyezkednek el. Az ilyen rendezett szerkezet alacsony hőmérsékletű képződmény olyan értelemben, hogy egy bizonyos hőmérsékleten, amit Curie-hőmérsékletnek neveznek (bár ezek az esetek túlnyomó többségében ennek a szerkezetváltozásnak a ferromágneses—paramágneses átalakuláshoz semmi köze nincs) a szerkezet a hevítéskor normális szilárd oldattá alakul. Minél nagyobb egy rendezett szerkezetnek a Curie-hőmérséklete, annál nagyobb a rendeződést létrehozó kölcsönhatási energia. Sok esetben ez olyan nagy, mint pl. az AgMg vagy az AuZn ötvözeteknél, hogy a rendezett rács az olvadáspontig megmarad.

A rendezett rácsú szilárd oldatok folyási határának a megszabásában nagy szerepe van annak, hogy az ilyen szerkezetekben a diszlokációk Burgers-vektora sokkal nagyobb, mint az ugyanolyan szerkezetű normális szilárd oldatokban, vagy pedig két diszlokáció szoros kapcsolatban áll egymással, amint azt a *10. ábra* mutatja. Ezt a rácshibát nevezzük szuperdiszlokációnak. A $\pm$ jellel megadott két diszlokáció között szaggatott vonallal jelöltük meg a rendezett rácsú szilárd oldatokra jellemző antifázis határt, mely nem más,mint két olyan rendezett térfogatnak közös felülete, ahol az ideális rend csak egy olyan vékony rétegben nem valósul meg, mely két atomátmérő vastagságú. Ez a két diszlokáció szorosan összetartozik [27] és egymástól csak úgy távolodhat el, ha az antifázis határ felülete megnő, ami növeli a rendszer belső energiáját. Ezt pedig a külső feszültség munkája végzi el. Ez a helyzet hasonló ahhoz, mint amikor a felületen középpontos köbös kristályokban az egységnyi diszlokáció két Schockley parciálisra bomlik. Így a rendezett rácsú szilárd oldatokban az ábrán megadott két diszlokáció együtt mozog, ahogy ezt egy példán a *11. ábra* mutatja. Ezen látható, hogy ami-



11. ábra. Az éldiszlokáció mozgása a rendezettrácsú szilárd oldatban megnöveli az antifázishatár nagyságát

kor a diszlokációk egy antifázis határt metszenek, akkor annak felülete megnő. Ez is hozzájárul a folyási határ növekedéséhez.

A szilárdság növekedésének másik oka az, hogy a rendezett rács kialakulásával általában rugalmas alakváltozás is jár. E két ok miatt a rendezett rácsú szilárd oldatok rendszerint nem is alakíthatók, ridegen törnek. Az általános képhez azonban az ilyen folyási határnövekedés is hozzátartozik. A folyási határ növekedését elsősorban a rendezett részek határainak a felületi energiája szabja meg. Az ilyen szerkezetben a diszlokációk meozgatásához szükséges feszültségnek a kiszámítására *Cottrel* [28] adta meg a következő kifejezést:

$$\sigma_r = \frac{2\gamma}{l}\left(1 - \frac{3t}{l}\right) \sim \frac{2\gamma}{l} \qquad (14)$$

Itt γ a rendezett kristályrész felületi energiája, l annak mérete és t pedig az antifázishatár vastagsága. Ha pl. a β sárgaréz megfelelő adataival a folyáshatárt kiszámítjuk, akkor a rendeződés okozta folyási határ növekedéshez jutunk, melynek nagysága

$$\sim 10^{-3} G$$

Ez azonban a rendezett tartomány méretétől erősen függ.

V. A tűkristályoknak és ezek tulajdonságainak hasznosítása

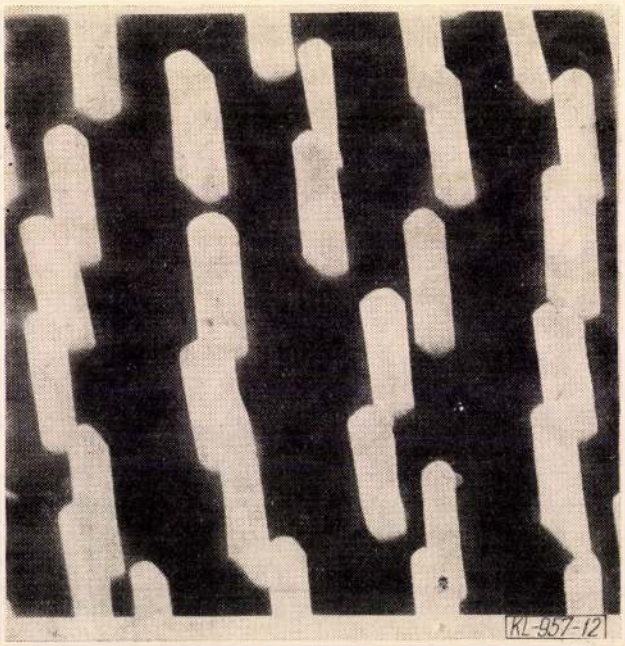
Az előbbiekben átttekintettem azokat a folyási határt növelő eljárásokat, amelyeket alapos kutatási eredményekre támaszkodva a mindennapi gyakorlatban általánosan használnak. A következőkben egy olyan kutatási irányról lesz szó, amely mintegy 4—5 éves múltra tekinthet és azzal a céllal indult, hogy az ideális szilárdságú tűkristályokat, ill. ezek tulajdonságait hasznosítsa. Az ilyen néhány mikron átmérőjű és 2—3 cm hosszú kristályokat méretük miatt gyakorlati célokra felhasználni nem lehet. Ennek a nehézségnek a kiküszöbölésére jelenleg két irányban végeznek kutatásokat.

Az egyik szerint a tűkristályokat egy alacsonyabb olvadáspontú fémbe ágyazzák. Itt az a cél, hogy a kisebb olvadáspontú fém tartsa össze a nagyszilárdságú tűkristályokat, melyeknek a terhelést kellene hordani. Az ilyen anyagok előállításával sok nehézség jár annak ellenére, hogy a tűkristályok tömeges előállítását megoldották. A beágyazás helyes elvégzése,valamint a beágyazó fém és a tűkristályok közötti kölcsönhatás okozza a problémát.

A második megoldás szerint eutektikus ötvözetrendszert irányítottan kristályosítanak. Ilyen rendszerben az eutektikum egyik fázisa, a kisebb menynyiségű és nagyobb szilárdságú, hosszú tűk alakjában kristályosodik, a másik fázis pedig ezt veszi körül. Az ilyen szerkezetű ötvözet elszakított felületét mutatja a *12. ábra* [29]. Itt a sötét alapanyagból kiálló sörték $TiZn_{15}$ képletű intermetallikus vegyületkristályok, míg a sötét alapanyag kevés titánt tartalmazó Zn.

Bár a folyóiratok az ilyenirányú kutatások egyre több eredményéről számolnak be, a gyakorlati felhasználást eddig még nem sikerült megoldani (legalábbis a folyóiratirodalomban nem közölték), bár az a néhány éves kutatás, amit eddig lefolytattak, sok reményre jogosít.

Mielőtt a bemutatott eredményeket összehasonlítanánk, a folyási határ növelésének az előzőekben felsorolt lehetőségeivel kapcsolatban meg kell említeni azt, hogy azok, az oldódás, a diszperzió és a rendezett rács kialakulását kivéve olyan folyamatok, melyek az anyagnak mint termodinamikai rendszernek a metastabilitását növelik. Legyen a metastabilitás mértéke az a ΔF szabadenergia több-



12. ábra. A rendezett eutektikum szerkezete. A világos színű nagyszilárdságú sörték $TiZn_{15}$ vegyületkristályok kiállnak a Zn—Ti szilárd oldatból

let, amit a tényleges állapot F_t és az ideális egyensúlyi állapot F_i szabadenergiák különbségeként kapunk. Az előbbi felsorolásból kimaradt lehetőségek kihasználása egyúttal azt is jelenti, hogy a folyási határ növelésével együtt jár a ΔF metastabilitás növekedés. Ezért ezeket a lehetőségeket csak akkor szabad használni, ha a szerkezeti anyagokat viszonylag alacsony hőmérsékleten tartjuk. Ez a hőmérséklet kb. 0,3 T_{op}, ahol T_{op} a Kelvin-fokokban mért olvadáspont. Természetesen ez csak tájékoztató jellegű érték, ami a metasbailitás mértékétől nagymértékben függ. Minél nagyobb a metastabilitás mértéke, annál kisebb az a hőmérséklet, melyen az anyag tulajdonságai változatlanok maradnak.

A metastabilis állapotú anyagokban termikus gerjesztés hatására, olyan folyamatok mennek végbe, amelyek a rendszert az egyensúlyi állapothoz közelebb hozzák. Ez természetesen a mechanikai tulajdonságok változására, a legtöbb esetben a folyási határ csökkenésére vezet. Ez az oka annak, hogy a metastabilitás növelésével létrehozott növelt folyáshatárú anyagok csak gondosan körülhatárolt, viszonylag alacsony hőmérsékleten terhelhetők.

Ezek után összehasonlítjuk a különböző szilárdságnövelő eljárásokat, hiszen az elmondottakból láttuk, hogy melyiktől milyen szilárdságnövekedés várható. Az áttekintés megkönnyítése érdekében állítottam össze a *3. táblázatot*. Ebből kiderül, hogy a legnagyobb szilárdságnövekedést a martensites átalakulás okozza. Ezután következik a képlékeny alakváltozás és a kiválások hatása, és csak ezeket követi a többi lehetőség. Ebből a néhány adatból az is következik, hogy a martensites átalakulás, a képlékeny alakváltozás és a kiválások tanulmányozása és kutatása kecsegtet a legnagyobb eredménnyel. Az eddigi kutatások alapján pedig várható, hogy — legalábbis a vasalapú ötvözetekben — az elméleti folyáshatárnak kb. a negyedét laboratóriumi eredményként 10—15 éven belül elérik.

3. táblázat

A szilárdságnövelő eljárás	Folyási határ
Elméleti	$3 \cdot 10^{-2} G \div 3 \cdot 10^{-1} G$
Egykristályok	$10^{-5} G \div 10^{-3} G$
A képlékeny alakítás okozta keményedés	$10^{-2} G$
A szemcseméret hatása	$10^{-3} G$
Az oldott atomok hatása	$10^{-3} G$
A kivált szemcsék hatása	$10^{-2} G$
A diszperz szemcsék hatása	$10^{-3} G$
A martenzites átalakulás hatása	$10^{-2} G \div 10^{-1} G$
A rendezettrácsú szilárd oldat hatása	$10^{-3} G$

A szerkezeti anyagok felhasználásakor a folyási határ, a terhelhetőség a legfontosabb anyagjellemző. A technológiai feltételek megkönnyítése érdekében az utóbbi időben az alakíthatóság növelése is előtérbe került a kutatási feladatokban. Néhány évtizeddel ezelőtt a képlékenységi mutatók, mint amilyenek az egyenletes vagy a teljes nyúlás és a szakadás helyén mért fajlagos keresztmetszetcsökkenés, alig jutottak szerephez. A képlékenyalakítási eljárások megtervezésében azonban ezekre a mutatókra támaszkodnak, a szilárdsági adatok mellett. Sajnálatos, hogy a képlékenységi mutatókat meghatározó tényezőkről alig tudunk valamit.

Considere [30] a feszültség és az alakváltozás között a

$$\sigma = k\lambda^n \tag{15}$$

összefüggést feltételezve (ami a (3), ill. (5) egyenleteknek felel meg akkor, ha $n=0{,}5$) kiszámította, hogy az egyenletes nyúlás λ_e értéke éppen az n hatványkitevővel egyenlő. Ennek a számértéknek a nagyságáról és az azt meghatározó tényezőkről alig áll rendelkezésre használható adat.

Az utóbbi néhány évtizedben az alakíthatóság részben a technológiai követelmények, részben pedig egy különleges, az ún. szuperképlékeny állapot felismerése révén került előtérbe [31—33]. Szuperképlékenynek, ill. szuperképlékeny állapotban levőnek tekintjük azt a fémet, melynek az alakításához a szokásos folyási határnak csak néhány százaléka szükséges és alakíthatósága, amit a húzóvizsgálatnál mért egyenletes nyúlás jellemez, rendkívül nagy. Számszerűen ez azt jelenti, hogy amíg a nagyon jól alakíthatónak tartott réz egyenletes nyúlása nem több 40%-nál, addig a szuperképlékeny ötvözeteké a 2000%-ot is eléri.

A szuperképlékeny állapotra egységes elméletet még nem dolgoztak ki. Néhány tényezőnek a hatása azonban már ismertnek tekinthető. Így csak azok az anyagok alakíthatók szuperképlékenyen, amelyek metastabilis állapotúak (bár ezt néhány kutató tagadja), nagyon kisméretű krisztallitokból épülnek fel, és az m alakítási sebességre nagyon érzékenyek.

A metastabilitás problémáját már említettük. Így ez a feltétel minden szilárd testre teljesül, mert egyensúlyi szilárd test nem létezik. A szuperképlékeny állapot azonban annyira metastabilis, hogy az ilyen állapotú anyagokban már néhány száz °C-on termikusan aktivált folyamatok indulnak meg.

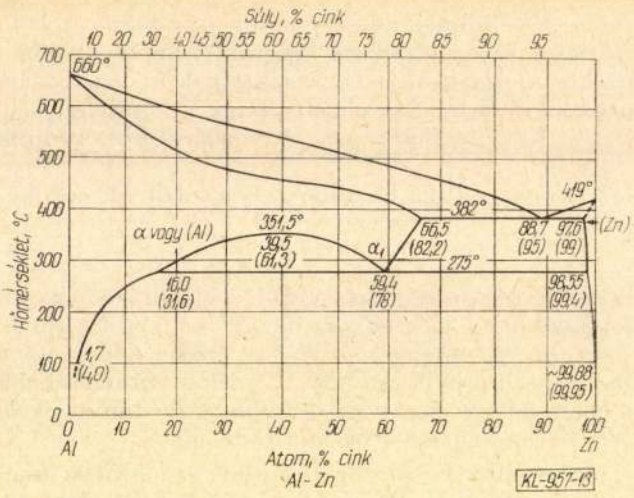
A második feltétel az apró krisztallit méret. A kb. 5 μ szemcseméretű Al-Cu eutektikus rendszerben már szokatlanul nagy nyúlás várható [34]. Az ilyen ötvözeteknek a folyási határa sokkal kisebb, mint amit a (6) összefüggés alapján várni lehet, amint azt korábban már meg is említettük.

Az alakítási sebességgel szemben tanúsított érzékenység m mérőszámát a következő kifejezés határozza meg:

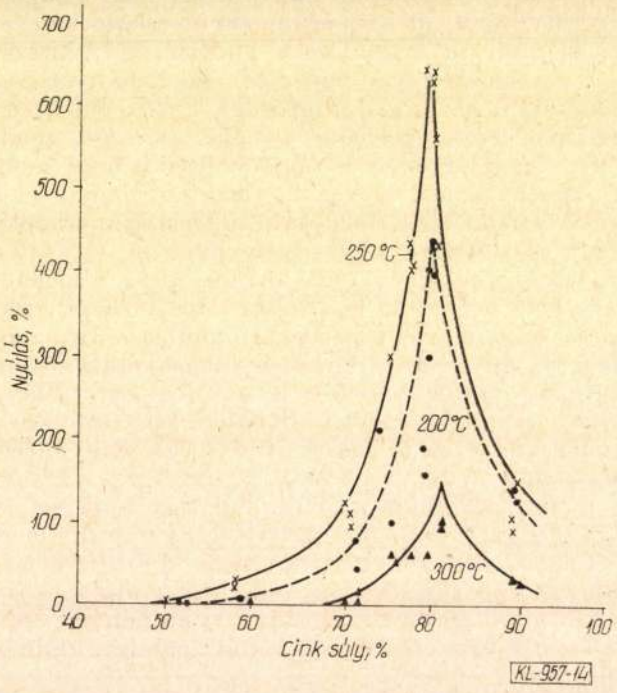
$$m = \frac{\partial \ln \sigma}{\partial \ln \varepsilon} \tag{16}$$

(Az eddigiek során és most is σ a valódi feszültséget, ε pedig a valódi $\ln l/l_0$ alakváltozást jelentette, ha azt másképpen meg nem adtuk, mint pl. az atomátmérők fajlagos értékénél.) Az m szokásos értéke a normális állapotú fémeknél 0,01—0,1 körüli érték. Ezzel szemben a szuperképlékeny fémeknél 0,4—0,7 közé esik [34].

Ha e feltételek teljesülnek, akkor az anyag milyenségétől függően néhány száz °C-on a mérhető nyúlás a szobahőmérsékleti értéknek 10—20-szoro-

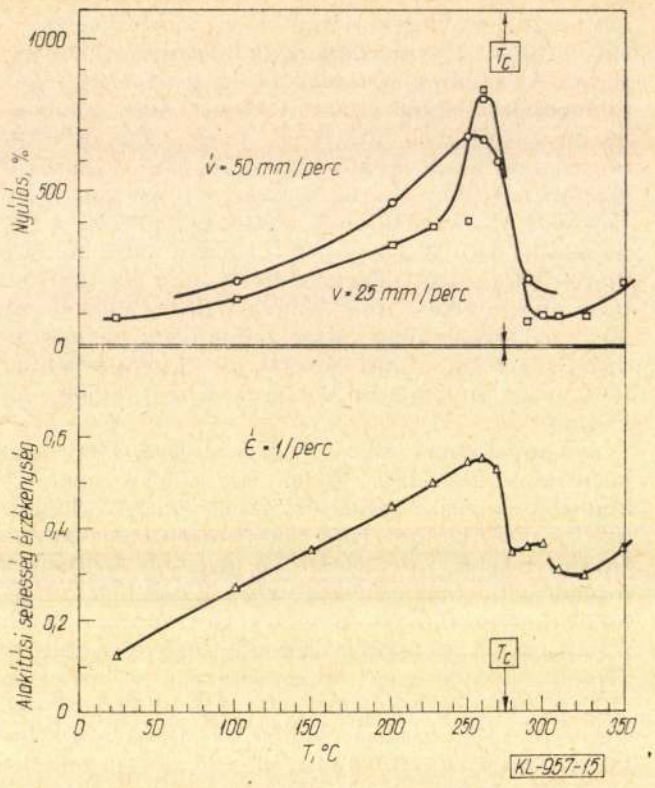


13. ábra. Az Al—Zn ötvözetrendszer állapotábrája

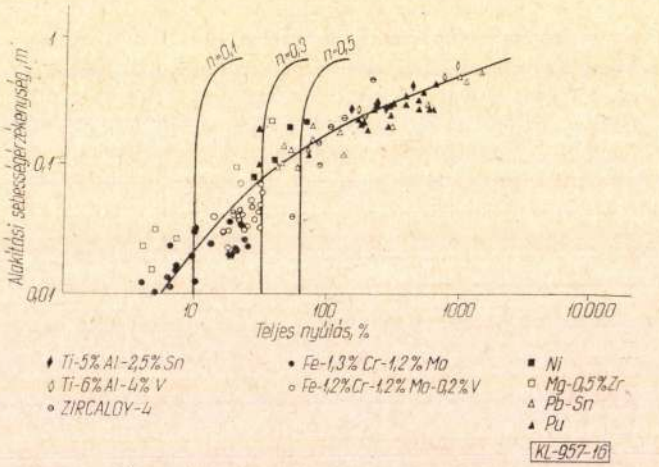


14. ábra. A szuperképlékeny Al—Zn ötvözet egyenletes nyúlása a koncentráció függvényében különböző hőmérsékleteken

sára nő. Példaként az Al-Zn rendszert említjük meg. A *13. ábra* mutatja a rendszer állapotábráját [35]. Ennek az ötvözetrendszernek a metastabilitását azzal érik el, hogy a közel eutektoidos összetételű ötvözeteket a felületen középpontos köbös szilárd oldatnak megfelelő hőmérsékleten homogenizálják, majd gyorsan lehűtik. A gyors hűtés ugyan nem tudja meggátolni az eutektoidos szétesést, de az így képződött két fázisnak a kémiai összetétele nagyon eltér az egyensúlyitól [36]. A *14. ábra* mutatja az ötvözet koncentrációjának és a mérési hőmérsékletnek a függvényében a gyorsan hűtött ötvözetek egyenletes nyúlásának nagyságát. A *15. ábra* pedig a közel eutektoidos összetételű ötvözet (80% Zn, 20% Al) nyúlását és érzékenységét az alakítási sebességre a hőmérséklet függvényében, két alakítási sebességnél [33].



15. ábra. A 80% Zn és 20% Al-ot tartalmazó ötvözet képlékeny tulajdonságai a hőmérséklet függvényében. A felső ábra a nyúlást mutatja két különböző alakítási sebességre, az alsón pedig az alakítási sebességérzékenység változása látható



16. ábra. Összevont diagram, mely a különböző ötvözetek teljes nyúlásának és az alakítási sebességérzékenységnek a kapcsolatát mutatja

A 15. ábra világosan mutatja, hogy minél érzékenyebb az m alakítási sebességre, annál nagyobb a megnyúlás értéke is. *Considere* nyomán, formálisan kimutatható [37], hogy ha az alakítási sebesség folyási határt növelő hatását figyelembe vesszük, akkor az egyenletes nyúlásra az alábbi összefüggést kapjuk:

$$\varepsilon_e = \frac{n}{1-m} \qquad (17)$$

Ha $m=0$, akkor a Considere-féle megoldásra jutunk; ha pedig az $m=1$, akkor a newtoni viszkózus anyagokra vonatkozó eredményekre.

A *16. ábrában Woodford* [38] összegyűjtötte a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján azokat a megnyúlás-értékeket, melyeknél az m alakítási sebességérzékenység számértéke is ismert. Ebbe a diagramba rajzoltuk be a különböző n értékeknek megfelelő görbéket a (17) egyenlet szerint. Annak ellenére, hogy a mérési pontok illeszkedése nem tökéletes, az világosan látszik, hogy az alakíthatóság nagyságának a meghatározásában az m milyen fontos szerepet játszik.

Az utóbbi leírt eredmények és az azokból levont következtetések világosan mutatják, hogy ha az alakíthatóság kérdésében előre akarunk lépni, akkor az alakítási sebesség hatásának a tisztázását kell kutatási feladatként megjelölni.

Összefoglalásként tehát azt mondhatjuk, hogy a fémes szerkezetű anyagok leggyorsabb, legeredményesebb kutatási irányaként a martensites átalakulást, a kiválásos keményedést, az alakítási keményedést és az alakítási *sebességérzékenységet* kell a kutatás középponti problémájává tenni akkor, ha a közepes hőmérsékleten terhelhető anyagok minőségének a javítása a feladat.

IRODALOM

[1] *Griffith, A. A.:* Phil. Trans. Roy. Soc. (London) A221 (1920), 163.
[2] *Frenkel, J.:* Z. Physik 37 (1926), 572.
[3] *Orowán, E.:* Z. Physik 89 (1934), 634.
[4] *Polányi, M.:* Z. Physik 89 (1934), 660.
[5] *Taylor, G. I.:* Proc. Roy. Soc. (London) A145 (1934), 362.
[6] *Gyulai, Z.:* Z. Physik 138 (1954), 317.
[7] *Brenner, S. S.:* Growth and Perfection of Crystals. Wiley 1958; 157. o.
[8] *Gilman, J. J.:* J. Appl. Phys. 30 (1959), 1584.
[9] *Seeger, A.:* Electron Microscopy and Strength of Crystals. Interscience, New-York, 1963; 14. fejezet.
[10] *Lomer, W. M.:* Phil. Mag. 42 (1951), 1327.
[11] *Cottrell, A. H.:* Phil Mag. 43 (1952), 645.
[12] *Kocks, U. F.—Chen, H. S.—Rigney, D. A.—Schaffer, R. J.:* Work Hardening, Gordon and Breach Sci. Publ., New York 1968; 151.
[13] *Cottrell, A. H.:* Trans A.I.M.E. 212 (1958), 196.
[14] *Prohászka, J.—Tóth, I.:* Acta Techn. Hung. 64 (1969), 443—453.
[15] *Petch, N. J.:* J. Iron and Steel Inst. 173 (1953), 25.
[16] *Koehler, J. S.:* Phys, Rev. 85 (1952), 480.
[17] *Stroh, A. N.:* Proc. Roy. Soc. (London) 223 (1954), 404.
[18] *Dieter, G. E.:* Mechanical Metallurgy. Mc Graw-Hill 1961; 189.
[19] *Verő, J.:* Kohászati Lapok 100 (1967), 193.
[20] *Mott, N. F.—Nabarro, F. R. N.:* Strength of Solids. Phys. Soc., London 1948; 1.
[21] *Fleischer, R. L.:* The Strengthening of Metals. Reinhold Publ., New York 1966; 121.
[22] *Hume-Rothary, W.:* Elektronok, atomok, fémek és ötvözetek. Akadémiai Kiadó, Budapest 1955; 311.
[23] *Kelly, A.—Nicholson, R. B.:* Progress in Materials Science, Pergamon Press, New-York 1947; 457.
[24] *Orowán, E.:* Symposium on Internal Stresses. Institute of Metals, London 1947; 457.
[25] *Machlin, E. S.:* The Strengthening of Metals. Reinhold Publ. 1964; 216.
[26] *Contractor, G.:* Cobalt 33 (1966), 187.
[27] *Koehler, J. S.—Seitz, F.:* J. Appl. Mech. 14 (1947), 217.
[28] *Cottrell, A. H.:* Relation of Properties to Microstructure. Am. Soc. Metals (1954).
[29] *Koda, S.:* Jeol News 8M (1970), 20.
[20] *Considére, A.:* Ann. Ponts et Chaussées 9 (1885), 574.
[31] *Bochwar, A. A.—Viderskaya, Z. A. S.:* Izv. Ak. Nauk CCCR Tek. Nauk. 9 (1954), 821.
[32] *Presnyakov, A. A.—Chervyakova:* Zv. Ak. Nauk CCCR Tek. Nauk 3 (1960), 92.
[33] *Backofen, W. A.—Turner, I. R.—Avery, D. H.:* Trans. ASM 57 (1964), 980.
[34] *Holt, D. L.—Backofen, W. A.:* Trans ASM 59 (1966), 755.
[35] *Hansen, M.—Anderko, K.:* Constitution of Binary Alloys. McGraw 1958; 149.
[36] *Underwood, E. E.:* Jorun. of Met. (1962), 914.
[37] *Prohászka, J.:* Zv. Ak. Nauk KCCR 6 (1969), 85.
[38] *Woodford, D. A.:* Trans. ASM 62 (1969), 291.

A forgácsolhatóság és vizsgálatának módszerei

PÁLMAI ZOLTÁN okl. gépészmérnök
Ózdi Kohászati Üzemek

DK : 669.14.018.23 : 621.9.001.2

Az egyenletes, jó forgácsolhatóság a szerkezeti anyagok egyik lényeges tulajdonságává vált. A forgácsolhatóság értelmezése még nem egységes; a forgácsolást jellemző folyamatokból célszerű levezetni. A forgácsolhatóság vizsgálatakor a szerszámkopást, a forgácsolási erőket, a forgács alakját és a megmunkált felület minőségét kell tanulmányozni.

A jó és egyenletes forgácsolhatóság a modern gépipar olyan követelménye, amelyet a kohászatnak egyre inkább figyelembe kell vennie. A *szerszámanyagok* teljesítőképességének növelése mellett mindinkább előtérbe kerül *a megmunkált anyag forgácsolhatóságának javítása* is.

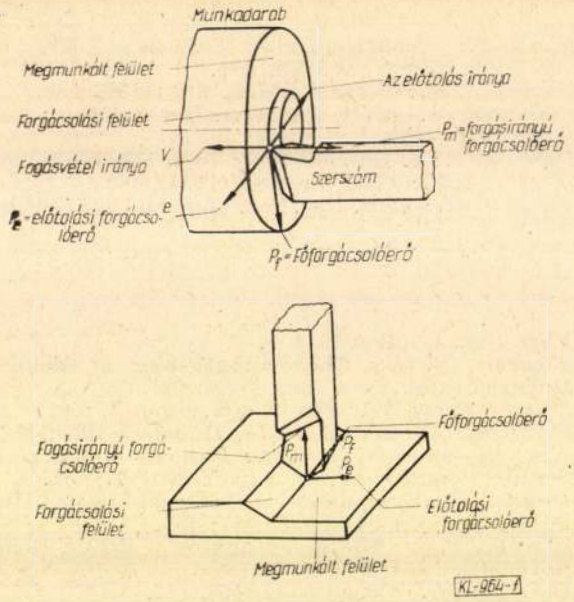
A szerszámanyagok minősítésekor, fejlesztésekor eddig is szükség volt forgácsolhatósági vizsgálatokra. A szerkezeti anyagok megmunkálhatóságával szemben támasztott nagyobb követelmények azonban várhatóan nagyságrenddel növelik majd meg az ilyen vizsgálatok gyakoriságát.

A következőkben az anyagot előállító és a kohászati anyagvizsgáló szakemberek érdeklődését szem előtt tartva tekintjük át röviden a forgács leválasztásának folyamatát, s ennek alapján a forgácsolhatósággal és annak vizsgálati módszereivel kapcsolatos újabb ismereteket.

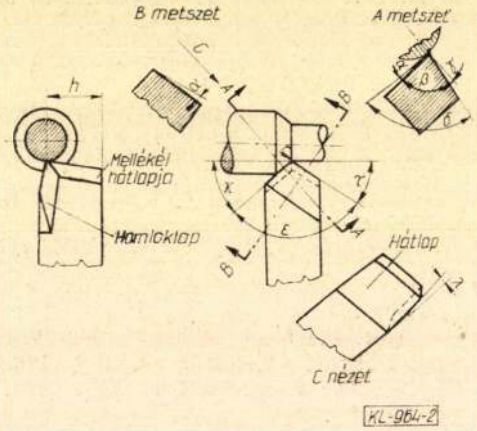
A forgács leválasztásának folyamata

Meghatározások

A forgácsolás során a szerszám a munkadarabról a forgácsot úgy választja le, hogy viszonylagos elmozdulásának során a szerszám éle a munkadarab anyagába hatol. Az elmozdulás a főmozgás és mellékmozgások eredője. A főmozgás a forgácsleválasztás irányát, a mellékmozgások (előtolás, fogásvétel) a forgács keresztmetszetét határozzák meg. A szerszámot forgácsoló erő terheli, amelyet a fő-



1. ábra. A szerszám élére ható erők, két jellemző esetben



2. ábra. Egyélű forgácsoló szerszám lap-, él- és szögelnevezései

és mellékmozgások irányában ható alkotókra szokás bontani (*1. ábra*; [1]).

A szerszámok kialakítása a forgácsolás módjától (esztergálás, gyalulás, marás, fúrás, köszörülés) függően sokféle, de az él geometriai jellemzői általánosíthatók. A *2. ábra* a forgácsoló élt meghatározó felületeket és szögeket foglalja össze az *MSZ 1245-50* alapján.

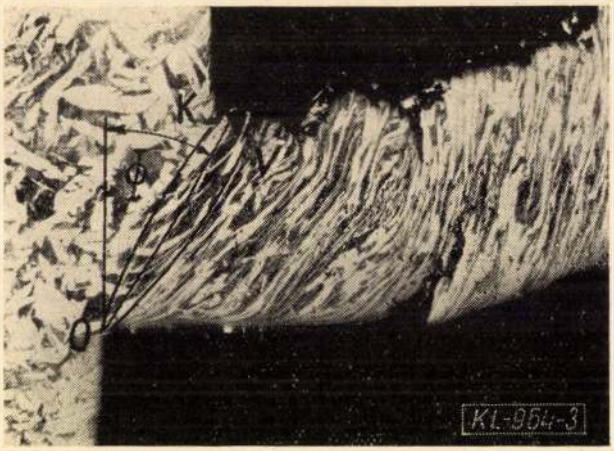
Erők és alakváltozások

A munkadarab anyagába hatoló szerszám a forgács leválasztása közben, a forgács tövében, rendkívül gyors, nagyméretű alakváltozásokat hoz létre. A *3. ábrán* a $\widehat{KO}$ íven elhelyezkedő anyagban indul meg az alakváltozás és a $\widehat{VO}$ íven gyakorlatilag be is fejeződik. Eközben ezredmásodperc nagyságrendű idő telik csupán el. Az alakváltozás sebessége [2] $\dot{\varepsilon}^2 \cong 10^4\ s^{-1}$. A *KOV*-szektort egyetlen vonallal, az *irányvonallal* szokás közelíteni, amely a *nyírási sík* metszete. Ezen túljutva a forgács nagyobb alakváltozást már csak a súrlódó felülete mentén szenved.

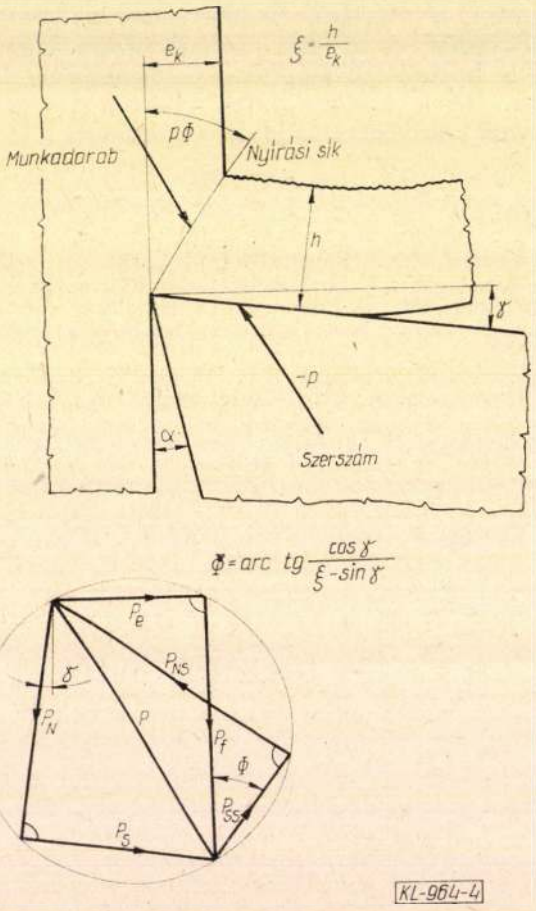
A leválasztott forgács alakja sokféle lehet: rövid, tört forgács, szinte megszakadás nélkül leváló ún. folyóforgács, különbözően ívelt spirálforgács stb. Ennek döntő jelentősége a nagy teljesítményű gépeknél, automatáknál van, ahol a forgács üzembiztos elvezetése elsőrendű feladat.

Az anyag lenyírása, zömítése és a súrlódás nagy erőket ébreszt. Eredőjük a szerszámra hat. Ezt szokás felbontani a mozgások irányába eső komponensekre *(4. ábra)*.

Az acél megmunkálásakor a homoklapra nehezedő nyomás a mérések szerint [2] $\sigma = 20—50$



3. ábra. Alakváltozás a forgács tövében ($N = 60\times$)



4. ábra. Forgácsolóerők

P_f főforgácsoló erő; P eredő forgácsolóerő; P_m fogásirányú erő; P_s nyíróerő a homloklapon; P_N normális irányú erő a homloklapon; P_{ss} nyíróerő a nyírási síkban; P_{NS} normális irányú erő a nyírási síkban

kp/mm² a csúsztató feszültség a szerszám—forgács határrétegben $\tau = 20—45$ kp/mm².

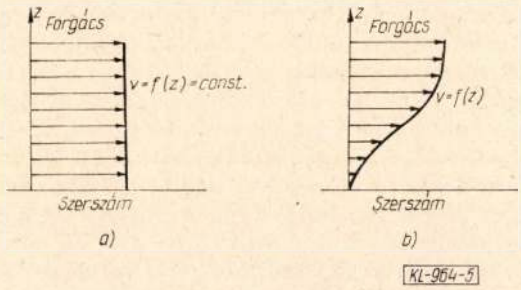
A forgácsoló erő nagysága hat a megmunkálás energia-igényességére. Szerszámgépek tervezésekor pedig ez a méretezés egyik alapadata.

A forgács leválasztásakor felemésztett munka hővé alakul, amely részben a munkadarabba, részben a szerszámba, egy töredék a környezetbe áramlik. A hő nagy része a forgáccsal távozik [1]. Eközben az érintkezési felületek a szerszám homlok- és hátlapján — rendkívül nagy, 10^6 °C/s nagyságrendű sebességgel —, erősen felhevülnek. A homlokfelületen gyakori az 1000 °C-t meghaladó hőmérséklet.

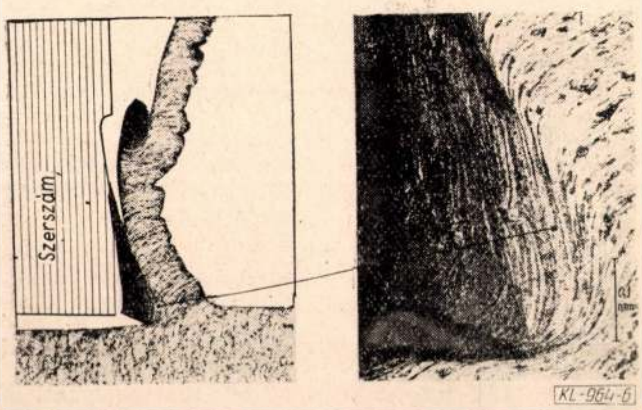
A forgácsleválasztás kísérő jelenségei

A szerszám éle mentén az intenzív anyagáramlás lerakódásokat eredményez. A határréteg sebességeloszlása nem szakadásos, mint sokáig hitték *(5a ábra)*, hanem részben folytonos, amint az az *5b ábrán* látható, vagy a kettő kombinációja [3]. A $v = f(z)$ függvényt azonban még nem ismerjük.

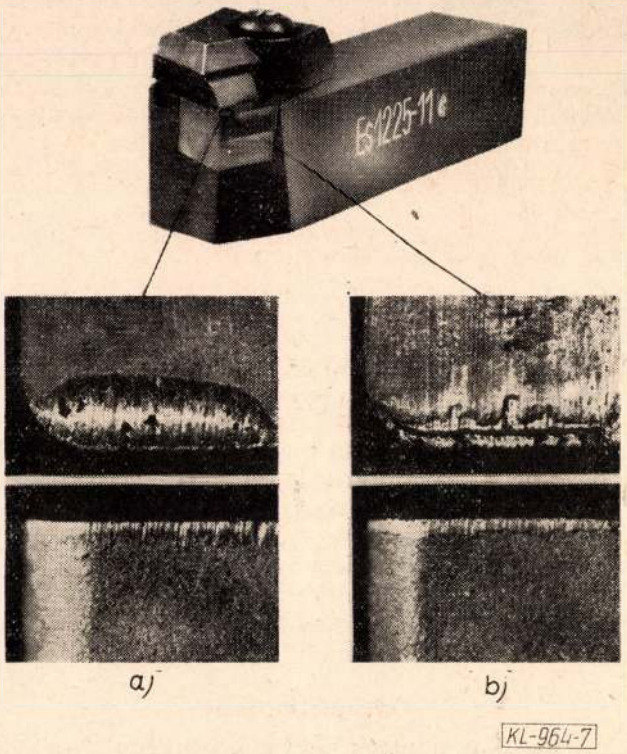
A kis sebességű részek a forgácstól lemaradnak és egy fémes felrakódást, *élsisakot* eredményeznek a szerszámon. A *6. ábra* olyan forgácstőről készült felvételünket mutatja, amelyen ez jól látható. Az élsisak átveszi a szerszám élének a szerepét. Amint az a képről megállapítható, nincs kijelölhető határfelület vágó és vágott anyag között; az 5b ábra szerint az anyag folytonossága nem szakadt meg. Az élsisak a homloklapot védi ugyan, de leszakadó részeivel a hátlapot és a megmunkált felületet rongálja, rezgéseket okoz, ezért elkerülésére törekednek. Nagyobb sebesség esetében a magassága csökken.



5. ábra. A határréteg sebességeloszlása acél forgácsolásakor



6. ábra. Fémes élsisak a szerszámon; jobboldalt a forgácstő szövetszerkezetének egy kinagyított részlete



7. ábra. a) *Szokásos kopás és* b) *nemfémes felrakódás keményfém forgácsolószerszámon*

Újabb vizsgálatok szerint keményfém szerszámokon a nagyobb sebességeknél észlelt anyagfelrakódások főleg *a megmunkált acél zárványaiból származó szulfidok, oxidok*. Ezek vastagsága legalább egy nagyságrenddel kisebb a fémes élsisakénál, a szerszám élettartamára mégis döntő hatásuk lehet [4—7]. A *7. ábra* baloldali képei szokásosan kopott esztergakést mutatnak, a jobboldaliak pedig olyan szerszám homlok- és hátlapjáról készültek, amellyel különlegesen dezoxidált acélt forgácsoltunk. Az él mentén olyan nemfémes felrakódás keletkezett, amely a szerszám élettartamát megtöbbszörözte.

Az előbbiek szívós, szívós-képlékeny anyagok megmunkálására vonatkoznak. Rideg anyagoknál, pl. öntöttvasnál a forgács letöredezik a felületről.

A magas hőmérséklet, a nagy alakítás és nyomás következtében a forgács—szerszám—munkadarab-rendszerben fizikai—kémiai folyamatok is végbemennek. Ezek, különösen nagyobb forgcsolási sebességek esetében döntően befolyásolják a határrétegek állapotát és a kopási folyamatokat is.

A szerszám kopása

A forgácsoló szerszám igénybevétele rendkívül összetett: magas hőmérsékleten, nagy nyomás alatt dolgozik, a forgács és munkadarab koptatja. Rendeltetésszerű használat esetén tönkremenetelét a *kopás* okozza, amely a folyamat természetét tekintve többféle hatás eredője (pl. abráziós, hegedéses, oxidációs, diffúziós, elektroeróziós kopás) [2, 8, 9].

Külső megjelenése szerint is többféle kopási típus ismeretes. A *7a ábra* a két legfontosabbat, a *homlokkopást* (kráteresedést) és a *hátkopást* mu-

tatja. Gyakran lényeges az él tompulása (lekerekedése), a csúcskopás, a mellékél hátkopása is.

A szerszám *élettartamát* valamelyik kopási nyom maximálisan megengedhető értékéhez szokás kötni. Például $T_{\Delta=0,5}$ azt az időt jelöli, amely alatt a szerszám hátkopása 0,5 mm-re növekszik.

A kritikusnak ítélt kopási méretet rögzítve, az élettartam és a forgácsolási sebesség összefüggése, nem túl nagy sebességhatárok között, hatványfüggvénnyel jellemezhető

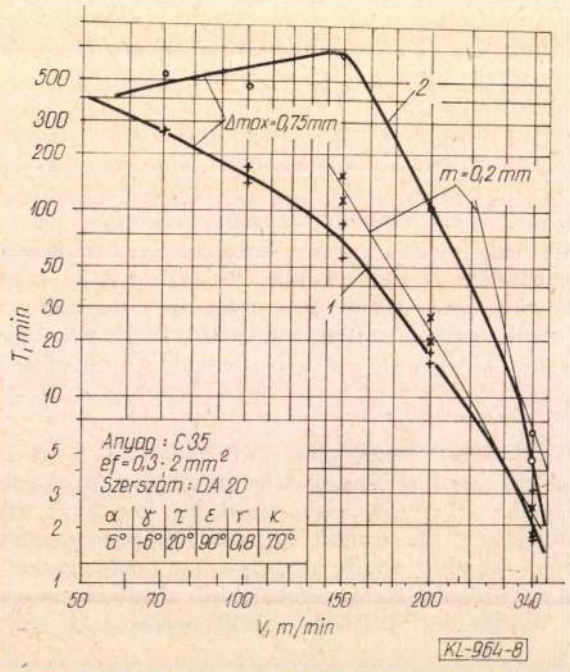
$$Tv^n = C_1 \qquad (1)$$

Ez a képlet egyetlen szerszám esetében is minden kopásnyomra más lesz. A tényleges élettartamot végül is a különböző kopási nyomokból megállapított T-értékek legkisebbike adja.

Logaritmikus léptékű koordinátarendszerben az (1) alakú függvények egyenesekkel ábrázolhatók. A *8. ábra* ezt a kráteresedés és hátkopás esetére mutatja be. A vastagon kihúzott vonalszakaszok mutatják a szerszám tényleges élettartamát. Megfigyelhető, hogy a nemfémes felrakódás hatására jelentősen megnőtt a szerszám tartóssága és az, hogy a *T—v-görbe* erősen eltér az egyenestől.

Forgácsolhatóság

A fogalom mintegy negyven esztendeje alakult ki, amikor a műszaki gyakorlat számára egyéb megmunkálhatósági mutatók mellett (pl. kovácsolhatóság, mélyhúzhatóság stb.) a forgácsolás jellemzése is szükségessé vált. Más technológiai mutatóhoz — így a hegeszthetőséghez — hasonlóan, kezdetben a forgácsolhatóság is kifejezetten anyagjellemzőnek számított. A technológia elméleti megalapozása és gyakorlati fejlődése során egyre inkább világossá vált azonban, hogy sok tényezőt foglal össze.



8. ábra. A szerszám tartósságának változása a forgácsolási sebesség függvényében

1 hagyományos és *2* felrakodásképző acél esztergálásakor

Amint a hegeszthetőséget ma már nem tekintjük anyagjellemzőnek, úgy a forgácsolhatóság sem csupán a megmunkált anyag függvénye. A különböző forgácsolási módok szerint ezért esetenként szükséges külön esztergálhatóságról, fúrhatóságról, köszörülhetőségről stb. is beszélni. Döntő jelentőségű lehet a forgácsolhatóság megítélésében a technológiai paramétereknek és a gyártmánnyal szemben támasztott követelményeknek is.

A „forgácsolhatóság" fogalmába sűrített szempontok szerteágazó igényeket takarnak, amelyeket egyetlen meghatározással és erre támaszkodva kidolgozott egyetlen vizsgálati módszerrel eddig nem sikerült kielégíteni [10]. Ezzel magyarázható a módszereknek és mutatóknak az a sokfélesége, amellyel ma a forgácsolhatóságot jellemezni szokták.

A legegyszerűbb — egyébként az üzemi gyakorlat számára igen hasznos — mutató az *időegység alatt legyártható munkadarabok száma*. Ez a mutató nyilvánvalóan üzemszervezési elemeket is tartalmaz. Újabban egyre inkább érvényesülnek azok a törekvések, különösen a programvezérléses szerszámgépek megjelenésével, amelyek a forgácsolhatóságot az *optimális megmunkálási költségek* szemszögéből vizsgálják.

Ezek az igények a forgácsleválasztás technológiája szempontjából általában négy tényezőre vezethetők vissza: *1.* a szerszám élettartama, *2.* a forgácsolási erők, *3.* a forgács alakja, és *4.* a megmunkált felület minősége. Ezt a szemléletet tükrözi az acélok forgácsolhatósági vizsgálatait rögzítő, bár ma már túlhaladottnak tekinthető MSZ 2663-53 szabvány és más forgácsolási szabványok [12] is.

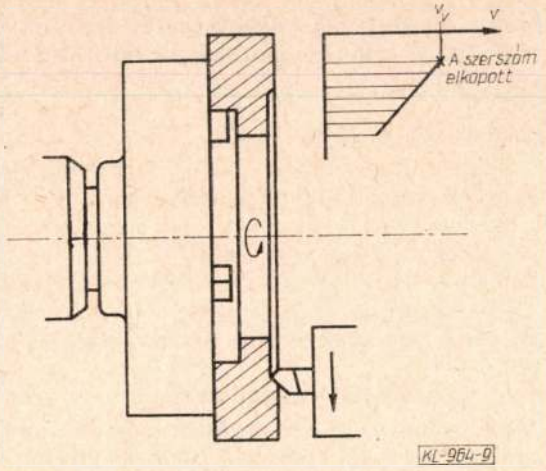
A forgácsolhatóság különböző vizsgálati és értékelési módszerei a felsorolt részletek tanulmányozásán alapszanak. Azt, hogy mikor, melyik tényező mennyire fontos, a konkrét feladat dönti el. Nagyoló megmunkáláskor például döntő a szerszám élettartama és a teljesítményszükséglet. Utolsó, simító műveletnél a felületminőség, forgácsalak a meghatározó. Az igen nagy teljesítőképességű automatákon az éltartam, forgácsalak a döntő, mert az esetleg összekuszálódó forgács súlyos üzemzavar okozója lehet.

Az eddigiekből kitűnik, hogy *a forgácsolhatóság megítélésekor a technológia céljából és feltételeiből kell kiindulni*, az ezek figyelembevételével kiválasztott értékelési módszer a gyakorlat számára hasznos adatokat szolgáltat.

A forgácsolhatóság vizsgálata

A forgácsolhatóság, és vizsgálatának szabványosítása még világviszonylatban megoldatlan probléma. Tizenkét ország fogott össze a CIRP (Collége International pour létude scientifique des techniques de Production Mécanique) keretében, hogy megfelelő megmunkálhatósági szabványt dolgozzon ki [10]. A munka még folyamatban van.

Az évtizedek során kifejlesztett vizsgálati módszerek számára jellemző *Schallbroch* és *Bethmann* könyve [13], amely közel 50 eljárást ismertet. A feldolgozás mégsem tekinthető ma már teljesnek. A módszerek kritikai elemzése és továbbfejlesztése



9. ábra. Gyorsított koptatóvizsgálat keresztesztergálással

terén gazdag hazai irodalomra hivatkozhatunk [14, 15].

A leggyakrabban alkalmazott vizsgálati módszereket az előzőekben felsorolt négy szempont szerint csoportosítjuk.

Az élettartam vizsgálata

A gyakorlat számára legkönnyebben megállapítható mutató az egy szerszám-garniturával *legyártható munkadarabok száma*. Nagy hátránya, hogy csak azonos technológiájú termékek gyártásából eredő adatok hasonlíthatók össze.

A forgácsolhatóság megállapítását célzó *koptatóvizsgálatok* jellemzője a technológiai feltételek rögzítése. Az ilyen módon végezett forgácsolás során állapítják meg az (1) képlet C és n állandóit. Elvben két kopásgörbéből származó *T—v-értékpár* elegendő a függvénykapcsolat meghatározására (8. ábra), de a szórásból eredő hiba csökkentésére több mérés szokásos. A forgácsolhatóság jellemzője végül is ez a *T—v-függvény*. Szokásos jellemzőül a *forgácsolósebesség* felhasználása is. Ilyenkor mindig azonos élettartamhoz, pl. 60 perchez (v_{60}) tartozó sebességről van szó [16].

Régebbi közleményekben gyakran tapasztalható, de friss publikációkban is előfordul (pl. fúrási vizsgálatoknál), hogy a *forgácsolási úthosszat* mérik. Ez annak az úthossznak a megállapítását jelenti, amelynek végigforgácsolása során a kritikusnak ítélt kopás létrejön. Minden sebességhez tartozik egy ilyen úthossz, amely *log-log* léptékű koordinátarendszerben szintén egyenest eredményez. A forgácsolhatóság jellemzéséül aztán vagy az *L—v-egyenesek* szolgálnak, vagy egy rögzített úthosszhoz tartozó sebességeket hasonlítanak össze. A kopásvizsgálatok eredményeinek szórása gyakran nagy, ezért az utóbbi időben már *az élettartam adatok statisztikai feldolgozása* is kezd terjedni.

A leírt vizsgálatok, különösen, ha több technológiai változatra akarjuk elvégezni őket, rendkívül munka- és anyagigényesek. A vizsgálat meggyorsítására, forgácsolás közben a forgácsolási sebességet folyamatosan (keresztesztergálás) vagy szakaszosan (fúrás) növelni szokták.

A forgácsolhatóság jellemzője ennél a gyorsított módszernél [13, 17] az a v_v végsebesség, amelynél a szerszám elkopott *(9. ábra)*. A *rövidített élettartamvizsgálat* egy másik módja a kopásgörbe kezdeti szakaszának a felvétele. Meghatározott ideig, pl. 5 percig forgácsolunk minden anyagváltozatot és a kések kopását hasonlítjuk össze.

Szokásos az élettartamot a *forgácsleválasztás során keletkező hőmérséklettel* is jellemezni. Ennek meghatározására több mérési elvet dolgoztak ki (termoelektromos, termokolorikus, sugárzásmérő módszereket [13, 17]). Közös sajátosságuk, hogy kisebb-nagyobb térfogat átlagértékét adják és ezért —az érintkezési zónák nagy hőfokgradiense miatt — pontatlanok.

A hőmérsékletméréssel végzett éltartamvizsgálat lényege az, hogy a forgácsolási hőmérséklet az éltartaméhoz hasonló képlettel írható le

$$\Theta = C_2 \cdot v^{x_0} \tag{2}$$

Ha ezt összevetjük (1)-gyel, akkor

$$T = C_3 \Theta^{-\frac{n}{x_0}}, \tag{3}$$

amely log-log-koordinátarendszerben szintén egyenest ad [13].

A forgácsolhatóság érdekes közelítő megállapítását dolgozták ki a közelmúltban a kaliforniai General Dinamics Laboratóriumban, a megmunkált anyag *termikus jellemzői* alapján [18]. Megállapították,hogy e jellemzőkből képzett mutatóval az optimális forgácsolási sebesség jó korrelációt mutat.

Külső felületek megmunkálása esetén ez a mutató

$$K_1 = \frac{\lambda}{\varrho}, \tag{4}$$

belső felületeknél

$$K_2 = \varrho \cdot c; \tag{5}$$

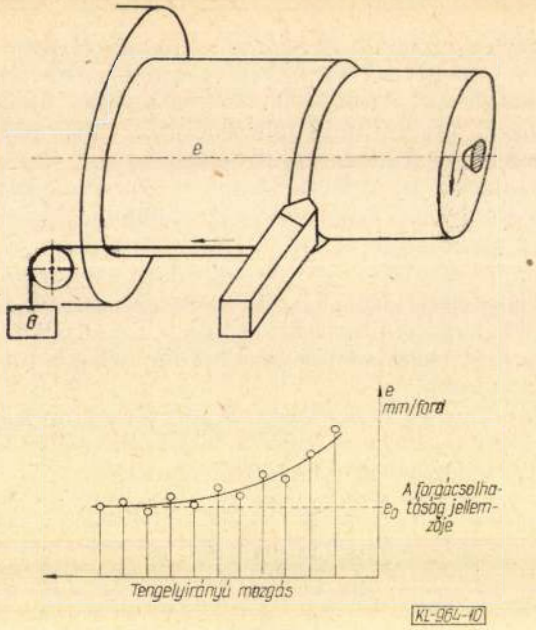
ahol λ a hővezetőképesség, ϱ sűrűség, c fajhő. A felsorolt mutatók kedvező esetben nagyok és új ötvözet előállításakor jól jelzik a várható forgácsolhatóságot. Az eredményeket ismert forgácsolhatóságú anyagok mutatóival való összehasonlítás alapján értékelik.

A forgácsolási erők mérése

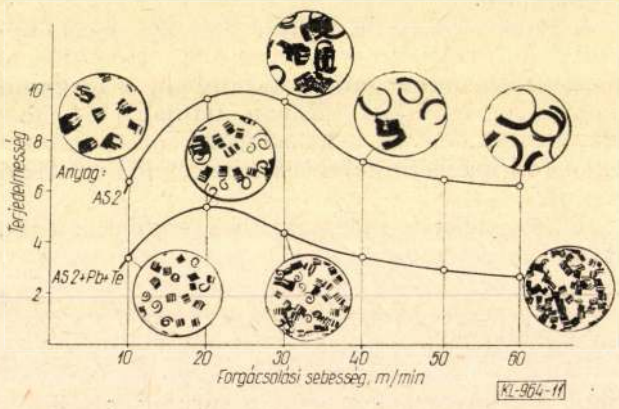
A legegyszerűbb, gyakran sikerrel alkalmazott módszer a szerszámgép által felvett teljesítmény mérése. Az eredmény a gép veszteségeit is tartalmazza, amelyeknek csak egy része állapítható meg üresjárási méréssel. Ennek ellenére jó tájékoztató értéket kaphatunk adott forgácsolási sebességnél a főforgácsoló erő nagyságára.

A forgácsolási erő közvetlen mérésének számos módszerét dolgozták ki [13]. A hazai kutatás e téren kimagasló eredményeket ért el; áttekintésük túllépné e cikk kereteit. Rá kell viszont mutatnunk arra, hogy a csökkenő forgácsolási erő akkor jelent egyértelműen éltartamnövekedést is, ha a termikus jellemzők gyakorlatilag azonosak. Ez azt jelenti, hogy aznos anyagtípuson belül (például automataacéloknál) az erőmérés rövidített élettartamvizsgálatként is alkalmazható [19].

Meg kell még említenünk a *súlyelőtolásos vizsgálati módszert*, amely lényegében közvetett erőmérés [13]. Az előtoló mozgást a szerszámgép me-



10. ábra. A forgácsolhatóság vizsgálata állandó előtolóerővel



11. ábra. A forgács alakja és terjedelmessége

Technológiai adatok: $e=0{,}42$ mm/f, $f=2$ mm. Szerszám: R2, $\alpha=8°$, $\gamma=14°$, $\varkappa=45°$, $r=0{,}45$ mm. A megmunkált anyag egy MSZ 4339—69 magyar szabvány szerinti és egy ólommal, tellurral ötvözött automataacél

chanizmusától függetlenítjük és egy állandó G súly erejével biztosítjuk *(10. ábra)*. A kezdeti szakasz után a súlyerő hatására beáll az előtolás egy jól mérhető értékre, amely a forgcsolhatóság jellemzője. Az anyag annál jobban forgácsolható, minél nagyobb a beálló előtolás.

A forgács alakja

Nagy forgácsolási sebesség, nagy forgácsteljesítmény esetén döntő szemponttá válik a forgács alakja. Kedvezőtlen alakú forgács rendkívüli módon megnehezítheti a leválasztott anyag zavartalan, folyamatos eltávolítását.

A forgács jellemzői [20] közül a forgácsolhatóság megítélése szempontjából a legfontosabb a forgácsgomolyag és a leválasztott anyag térfogatának viszonya, amely *terjedelmességnek* nevezhető:

$$\text{terjedelmesség} = \frac{\text{a forgácsgomolyag térfogata}}{\text{a forgács anyagtérfogata}}$$

Ez a mutató mindig nagyobb 1-nél. Ún. *folyó forgács* esetében a terjedelmesség több száz is lehet.

A *11. ábra* értékeit két automataacél esztergálásakor mértük. A jellemző pontoknál feltüntettük a forgács képét is.

A felület minősége

A befejező műveleteknél nagy jelentősége van a felület minőségének. Jellemzésére szabványos mutatók használatosak. A szabvány a függelékében a mérési módszereket is összefoglalja.

Szokásos a felületet szemrevételezéssel is minősíteni. Ilyenkor a viszonyítási alapot etalonok szolgáltatják, amelyek szintén szabványosak.

Általános megjegyzések

A forgácsolhatóság és vizsgálati módszereinek ez az áttekintése csak vázlatos lehetett. Nem volt mód a forgácsleválasztás és kísérő jelenségeinek mélyebb elemzésére és a vizsgálatok közül is csak a legfontosabbakat ismertethettük. Különösen a rövidített eljárások alkalmazásával kapcsolatban fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy csak olyan vizsgálatok eredményeit szabad összehasonlítani, amelyeknél a forgácsleválasztás fizikai-kémiai folyamatai is hasonlóak. Ennek mérlegeléséhez a forgácsolás hivatkozott szakirodalma részletes támpontokat ad. A bemutatott lehetőségek is érzékeltetik azonban azt a körülményt, hogy a forgácsolhatóság követelményei a jövőben a kohászati alapanyaggyártást fokozottabban fogják újabb feladatok elé állítani.

IRODALOM

[1] *Bakondi K., Kardos Á.:* A gépgyártás technológiája I. Forgácsolás. Tankönyvkiadó, Budapest 1966.
[2] *König, W.:* Materialprüfung *9* (1967) 170—174.
[3] *Trent, E. M.:* JISI *201* (1963) 847—855., 923—932., 1000—1015.
[4] *Wicher, A.—Pape, R.:* Stahl u. Eisen *20* (1967) 1169—1178., 1262—1269.
[5] *Opitz, H.—König, W.—Diederich N.:* Stahl u. Eisen *18* (1968) 978—986.
[6] *Pálmai Z.:* Gépgyártástechnológia *9* (1969) 303—310.
[7] *Pálmai Z.:* Gépgyártástechnológia *11* (1971) 294—301.
[8] *Zorev, N. N.—Granovszkij, G. I.—Larin, M. N.—Loladze, T. N.—Tretyakov, I. P.:* Razvitie nauki o rezanii metallov. Masinosztroenie, Moszkva 1967.
[9] *Vieregge, G.:* Zerspanung der Eisenwerkstoffe. Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1959.
[10] *Micheletti, G. F.:* Annals of the CIRP *18* (1970) 13—30.
[11] MSZ 2663—53.
[12] Zerspanversuche. Allgemeines und Grundbegriffe. Stahl—Eisen Prüfblatt 1160—69.
[13] *Schallbroch, H.—Bethmann, H.:* Kurzprüfverfahren der Zerspanbarkeit. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1950.
[14] *Bakondi K.:* A fémek megmunkálhatóságának meghatározása. Kandidátusi értekezés. Budapest 1956.
[15] *Kalászi I.:* A fémforgácsolás kopásjelenségeinek vizsgálata. Kandidátusi értekezés. Budapest 1964.
[16] Zerspanversuche. Verschleistandzeit-Drehversuch. Stahl—Eisen Prüfblatt 1162—69.
[17] Zerspanversuche. Temperaturstandzeit-Drehversuch mit ansteigender Schnittgeschwindigkeit. Stahl—Eisen Prüfblatt 1166—69.
[18] *Ewell, J. R.:* Metalworking Production (1966) 49—51.
[19] Zerspanversuche. Zerspankraftmessung im Drehversuch. Stahl—Eisen Prüfblatt 1168—69.
[20] Zerspanversuche. Spanbeurteilung. Stahl—Eisen Prüfblatt 1178—69.

Gyorsan változó hőmérséklet mérésének célszerű módja vasötvözetek dilatométeres vizsgálatakor

POCSAJI LÁSZLÓ — GERGELY MÁRTON — Dr. FUCHS ERIK
okl. fizikus okl. gépészmérnök okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet, Budapest

DK : 669.11 : 620.181 : 536.53.001.5

Vasötvözetek átalakulásait gyakran gyors hőmérsékletváltozás közben kell vizsgálni. A hőmérsékletet rendszerint PtRh—Pt-termoelemmel mérik. Elméleti meggondolások és kísérletek alapján egyértelműen bebizonyítható, hogy a lehetséges elrendezések közül akkor közelítik meg az egyenértékű hőmérséklet mérését a legjobban, ha a termoelem mindkét szárát együttesen, a csőalakú próba belső falához hegesztik.

*Dilatométer*nek azokat a műszereket nevezzük, amelyekkel próbatestek méretváltozását lehet a próba hőmérsékletének és a vizsgálat időtartamának függvényében mérni. Tekintettel arra, hogy a fémek és ötvözetek átalakulásai általában a fajtérfogat változásával is járnak, évtizedek óta eredményesen használnak dilatométereket az átalakulási folyamatok vizsgálatára.

A fémtani rendeltetésű dilatométerek kvarc próbatartóból, hőmérsékletszabályozóval ellátott kemencéből és a hőmérsékletet, illetve a méretváltozást érzékelő egységekből állnak. A hőmérsékletet rendszerint termoelemmel mérik. Az újabb műszerek a méretváltozást is többnyire villamosan, például induktív elmozdulásérzékelők segítségével követik. A hőmérsékletet és a méretváltozást ilyenkor gyakran XY-koordinátaíróval regisztrálják.

Elemi követelmény, hogy a vizsgálat során a próba egész tömegében mindig egyenletes legyen a hőmérséklet és hogy a termoelemmel mindig pontosan ezt az egyenletes hőmérsékletet mérjük. Egyszerű a helyzet, ha lassan melegíthetjük és hűthetjük a próbát. Az átalakulások vizsgálatakor, így acélok átalakulási diagramjainak dilatométeres meghatározásakor azonban *gyors* hőmérsékletváltozás hatását is regisztrálnunk kell.

A gyorsnak szánt hőmérsékletváltozást nagy tömegű próba természetesen csak lomhán tudja követni. Az is nyilvánvaló, hogy a próba felülete és belső részei között annál nagyobb, nem kívánt hőmérsékletkülönbség alakul ki, minél nagyobb a próba keresztmetszete. Lehetőleg kis tömegű, kis keresztmetszetű próbát kell tehát választani. Mechanikai meggondolásokat is figyelembe véve, vékonyfalú, csőalakú próbákat szokás használni. A falvastagság csökkentésének főként az a körülmény szab határt, hogy esetleges felületi hatásoknak (pl. dekarbonizációnak) nem szabad az anyag jellemző viselkedését megzavarnia. — A próba hosszát úgy állapítják meg, hogy a hőokozta méretváltozásokat a dilatométer mérőrendszere még megfelelő pontossággal tudja regisztrálni. A különböző szempontok kompromisszumaként 2—5 mm átmérőjű, 0,5—1 mm falvastagságú, 10—50 mm hosszúságú, csőalakú próbatestek tejedtek el.

Vasötvözetek dilatométeres vizsgálatának első lépése a felmelegítés, az austenitesítés szokott lenni. Rendszerint már előzetesen felfűtött kemencébe kerül a próba, amelyben védőgáz-atmoszférával, argonnal vagy nitrogénnel védik az ötvözetet a levegő oxidáló hatásától. Lassan úgy hűthetünk, hogy a tetszőlegesen szabályozott hőmérsékletű kemencével együtt csökkentjük a próba hőmérsékletét. Gyors hűtéskor a próbát a tartójával együtt előbb kiemelik a kemencéből; vagy a kemencét távolítják el a próba környezetéből. A lehűlés bekövetkezhet azután akár szabad levegőn, akár különböző sebességű és intenzitású gázáram hatására. Ilyen módon minden szükséges lehűlési módot, lehűlési sebességet meg lehet valósítani. A valamilyen folyadékban (vízben, fémfürdőben) való hűtés az utóbbi időben veszített a jelentőségéből.

Minél erélyesebb a hűtés, annál nagyobb hőmérsékletkülönbség alakulhat ki a csőalakú próba külső felülete és belső részei között. A dilatométer által regszitrált *eredő méretváltozás* nagyságát a különböző hőmérsékletű, s így elvben más és más méretre törekvő rétegek mechanikai egyensúlya határozza meg. *Ideális esetben annak a rétegnek a hőmérsékletét kellene folyamatosan mérnünk és a méretváltozással kapcsolatba hoznunk, amely szabadon, önmagában is úgy változtatná a méreteit, mint az egész próba az említett kényszerkapcsolatban (egyenértékű hőmérséklet).*

A valóságban a hőmérséklet mérése annál problematikusabb, minél gyorsabban változtatjuk a próba hőmérsékletét. Lassú hőmérsékletváltozás esetében elegendő lehet, hogy a termoelem hegesztési pontját a kemencében a próba közelében helyezzük el. Gyors hűtéskor, különösen pedig gázáramos fúváskor a próba mellé tett termoelem eleve nem mutathat helyes hőmérsékletet. A termoelemet szokás ilyenkor a próbához hegeszteni. A tetszőlegesen a próbához rögzített termoelem azonban általában távolról sem jelzi mindig a fentebb definiált „egyenértékű" hőmérsékletet. Az alábbiakban részletezendő *elemzésünk célja az, hogy a szóbajövő, használatos megoldások közül a legmegfelelőbbet megállapítsa.*

A keletkező termofeszültség; a termoelem elhelyezésének lehetőségei

A hőmérsékletet mérő termoelem két, az A és a B fémből összeállított huzalból áll. A huzalok egyik vége a mérendő T_1 hőmérsékleten van. A huzaloknak ezt a végződését meleg vagy munkavégződésnek nevezzük. A termoelemek másik vége a hidegpont vagy referencia végződés. Bármilyen T_1 mérendő hőmérséklet esetében igaz, hogy az A és B fémből összeállított termoelem

$$\overline{U}_{AB} = U_{AB}(T_1) - U_{AB}(T_h) \qquad (1)$$

nagyságrendű eredő elektromotoros erőt szolgáltat, ha T_1 a meleg végződés hőmérséklete, és T_h a hi-

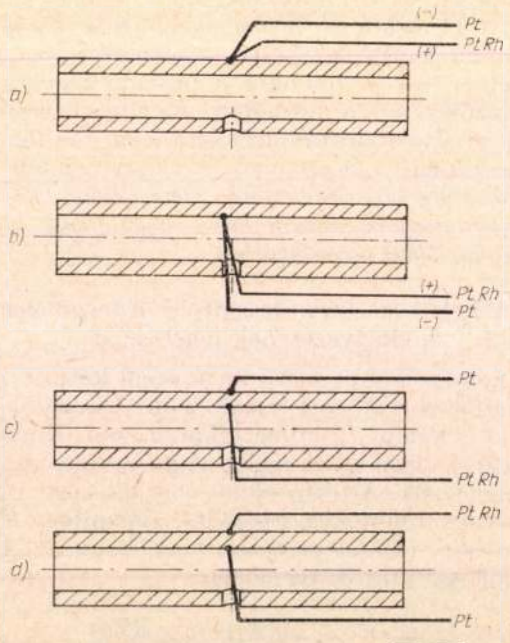
degpont hőmérséklete, valamint ha $U_{AB}(T)$ az A és B fémből összeállított termoelemnek a $T=0°$ C-ra vonatkoztatott termofeszültsége.

A referenciavégződést ismert, stabil hőmérsékleten tartjuk. Ha a mérendő T_1 hőmérséklet a referenciavégződés hőmérsékletével egyenlő, a keletkező elektromotoros erő természetesen $\bar{U}_{AB}=0$. A termoelemhuzalok anyagának jelölésére használt A és B betűk indexbeli sorrendje lényeges, mert anyagsorrendet határoz meg az áramkörben; a sorrend cseréje az előjel, a polaritás megváltozásával jár.

Az (1) összefüggés kifejezi azt az egyébként közismert tényt, hogy a keletkező elektromotoros erő — a termofeszültség —nagysága csak a végpontok hőmérsékletétől és a huzalok anyagi minőségétől függ. A termofeszültség független a hőmérsékletnek a huzalok mentén kialakuló eloszlásától, amennyiben huzalok anyaga mindvégig homogén. A huzalok anyagának inhomogenitása sem okoz járulékos termofeszültséget, amíg az inhomogenitási szakaszok végpontjai egymás között azonos hőmérsékleten vannak. Ha a végpontok hőmérséklete különböző, akkor az eredő termofeszültség nagysága természetesen módosul.

Dilatométeres vizsgálatainkban csaknem kizárólag *PtRh–Pt-termoelemet* használunk, s gyors hőmérsékletváltozásokra elsősorban *vas*ötvözetek vizsgálatakor van szükségünk. Gondolatmenetünket ezért ilyen esetek példáján követjük. Meggondolásaink azonban természetesen minden más anyagra is értelemszerűen igazak, bár esetenként a mostanitól eltérő következtetések adódnak [1]. Könnyű átlátni, hogy a termoelemet a csőalakú dilatométer-próbákon elvileg négyféleképpen helyezhetjük el *(1. ábra)*:

a) A termoelem mindkét szárát a próbatest *külső* falához illesztjük, célszerűen ponthegesztéssel.



1. ábra A PtRh—Pt-termoelem lehetséges elhelyezései a csőalakú dilatométeres próbán

b) A termoelem mindkét szárát a próbatest *belső* falához erősítjük, például a csőalakú dilatométer-próba oldalsó furatán át.

c) A *Pt*-szálat a próba külső, a *PtRh*—szálat a belső falhoz hegesztjük; és végül fordítva,

d) A *Pt*-szál kerül a próba belső, a *PtRh*-szál a próba külső falához.

Az *a* és *b* esetben egyértelműen a próba külső, illetve belső felületének hőmérsékletét mérjük; mégpedig függetlenül attól, hogy a termoelem két szárát együttesen, vagy külön-külön erősítettük-e a próbához (feltéve, hogy a felületeken egyenletes a hőmérséklet eloszlása). Eleve egyik esetről sem fogadhatjuk el tehát azt, hogy gyors hűtéskor a termoelemmel a próba dilatációjának megfelelő, egyenértékű hőmérsékletet mérjük.

Bonyolultabb a helyzet a *c* és a *d* esetben Ilyenkor ugyanis a termoelem szárai között olyan vasréteg van, amelynek változó hőmérséklete; hiszen a próba erőteljes hűtésekor a külső felület gyorsabban hűl, mint a belső. Első pillanatra úgy tűnhet, hogy a *c* és *d* elrendezés a próba keresztmetszetének valamilyen súlyozott, átlagos hőmérsékletét méri. A valóságban azonban ez nincsen így.

Legyen a próbatest külső falának hőmérséklete T_k, a belső falának hőmérséklete pedig T_b. Kézenfekvő, hogy a próba intenzív hűtésekor $T_k < T_b$ A próbatest anyagát jelöljük *Fe*-vel. Az eredő $\bar{U}_{\text{PtRh-Pt}}$ termofeszültség nagyságát ekkor az [1] összefüggés alapján

$$\bar{U}_{\text{PtRh-Pt}}=U_{\text{PtRh-Fe}}(T_b)+U_{\text{Fe-Pt}}(T_k)-U_{\text{PtRh-Pt}}(T_h) \tag{2}$$

-nak kapjuk, ha a *c)* elrendezést valósítottuk meg; és

$$\bar{U}_{\text{PtRh-Pt}}=U_{\text{PtRh-Fe}}(T_k)+U_{\text{Fe-Pt}}(T_b)-U_{\text{PtRh-Pt}}(T_h) \tag{3}$$

-nak, ha a termoelem szárait a *d* megoldás szerint helyeztük el a próbán.

A termofeszültség monoton függ a hőmérséklettől. Ezt a körülményt is figyelembe véve, jól látszik a (2) és a (3) összefüggés összehasonlításakor, hogy az eredő termofeszültség nem ugyanakkora a két esetben. Az eltérés akkor is fennáll, ha a próba hőmérsékletének eloszlása, így egyenértékű hőmérséklete is azonos volt. A különbség annál nagyobb, minél nagyobb a hőmérsékletkülönbség a próba külső és belső felülete között.

Ha lassan hűtünk, azaz ha a próba egész tömegének azonos a hőmérséklete, akkor természetesen mind a négy, az *1. ábrán* bemutatott elrendezés ugyanakkora termofeszültséget szolgáltat.

A kézikönyvekben [2] található adatokból számszerű következtetésekre juthatunk. Tételezzük fel hogy *tiszta vasból való próbát* hűtünk gyorsan, és hogy a hűlés egy időpillanatában a próba külső felületén $T_k=100°$ C, a belső felületén $T_b=200°$ C a tényleges hőmérséklet. Az ekkor adódó elemi és eredő termofeszültségek nagyságát az *1. táblázatban* foglaltuk össze; a *PtRh—Pt*-termoelem hidegpontjának hőmérsékletét $T_h=0°$ *C-nak* fogadtuk el. A különbségek szemmel láthatóan rendkívül nagyok. Mivel az egyenértékű hőmérséklet feltét

1. táblázat

Az eredő termofeszültség nagysága a termoelemek kialakításának négy jellemző esetében ($T_e \approx 180$ °C)

Termoelem elrendezés	$U_{PtRh\text{-}Fe}$ mV		$U_{Fe\text{-}Pt}$ mV		$U_{PtRh\text{-}Pt}$ mV	$\overline{U}_{PtRh\text{-}Pt}$ Eredő termofeszültség mV	$\overline{T}$ Az $\overline{U}_{PtRh\text{-}Pt}$-ból adódó hőmérséklet °C
	(100 °C)	(200 °C)	(100 °C)	(200 °C)	(0 °C)		
a	—1,34		1,98		0	0,64	100
b		—2,25		3,69	0	1,44	200
c		—2,25	1,98		0	—0,27	—42
d	—1,34			3,69	0	2,35	300

lenül a T_k és T_b között van, már ez *a példa is érzékelteti a c és d elrendezés teljes használhatatlanságát*, amit azonban elméleti és kísérleti úton is igazolnunk kellett.

Az eredő méretváltozás és a mért termofeszültség kapcsolata

A dilatométeres vizsgálatok egy részében az a célunk, hogy a folyamatos hűlés közbeni átalakulások *kezdetét* állapítsuk meg a méretváltozás törvényszerűségeinek megváltozása alapján. Jellegzetesen ilyen feladat az acélok folyamatos hűtésre érvényes átalakulási diagramjainak meghatározása (vö. [3]-mal). Mostani elemzésünk szempontjából fontos, hogy az átalakulás kezdetéig a próba anyagát homogénnek tekinthetjük, mert ilyenkor a valamely T_0 kiinduló hőmérsékletre vonatkoztatott méretváltozás elvben a hőmérsékletkülönbségek egyértelmű monoton függvénye. A méretváltozásokra felírhatjuk, hogy

$$\Delta l(T_b - T_0) > \Delta l(T_k - T_0) \qquad (4)$$

ha $T_b > T_k$ és Δl a próba hőmérsékletegységenkénti dilatációja.

A próba anyaga összefüggő, részei egymástól függetlenül nem képesek felvenni a saját hőmérsékletüknek megfelelő méretet. Az eredő méretváltozás ezért — mint említettük — a mechanikai erőegyensúlyon alapszik és a hőmérsékletnek a próbán belüli eloszlásától függ. Ebből az eredő méretváltozásból kell levezetnünk azt az átlagos *(egyenértékű) hőmérsékletet, amely akkor jellemezné a próbát, ha az teljes keresztmetszetében egyenletes hőmérsékletű volna, s az észlelttel azonosan változtatná a méreteit.*

Az átlagos (egyenértékű) T_e hőmérsékletre nézve igaz, hogy

$$T_b > T_e > T_k \qquad (5)$$

Amennyiben a hőmérséklet eloszlása a hengeres próba R sugarának függvénye, felírható, hogy

$$T_e = \frac{1+\nu}{3(1-\nu)(R_k^2 - R_b^2)} \int_{R_b}^{R_k} T(R) \cdot R \, \mathrm{d}R \qquad (6)$$

ahol ν a *Poisson*-szám

R_k, R_b a csőalakú dilatométerpróba külső és belső sugara

$T(R)$ pedig a hőmérséklet eloszlása a próba keresztmetszetében.

Be lehet bizonyítani, hogy gyors hűtés esetén

$$\frac{\mathrm{d}^2 T}{\mathrm{d}R^2} < 0$$

és hogy ilyenkor mindig érvényes a

$$T_b - T_e < T_e - T_k \qquad (7)$$

egyenlőtlenség. Az 1. táblázatban például $T_b = 200°$ C, $T_k = 100°$ C. A külső és a belső fal ilyen hőmérsékleténél az egyenértékű hőmérséklet T_e *180° C*-ra becsülhető. A táblázatból látható, hogy az 1. ábrán bemutatott lehetőségek megvalósításakor a termoelemmel mért hőmérséklet —42° C-tól 300° C-ig változhat. A táblázati adatok alapján a *c* és *d* elrendezések használhatatlanságán túlmenően így az is valószínűsíthető, hogy a $T_e \approx 180$ °C egyenértékű hőmérsékletet *a próbatest belső* falához illesztett termoelem által jelzett hőmérséklet közelíti meg a legjobban. Magától értetődik, hogy a dilatométeres vizsgálat szempontjából az a hőmérséklet mérésének a legjobb módja, amely a legjobban közelíti meg az egyenértékű hőmérsékletet, vagyis amelyre nézve $|T_e - T_{mért}| = \min$. A (7) összefüggésből közvetlenül látszik, hogy a próba belső falán elhelyezett termoelem révén mért hőmérséklet jobban megközelíti az egyenértékű hőmérsékletet, mint a külső falon levő termoelem; a *b* elrendezés tehát jobb az *a*-nál. Nem ilyen szembetűnő a *c* és *d* elrendezés közötti különbség.

A példánkban használt három anyagra, bármilyen T hőmérsékleten felírható [2], hogy

$$|U_{Fe\text{-}Pt}(T)| > |U_{Fe\text{-}PtRh}(T)| > |U_{PtRh\text{-}Pt}(T)| \qquad (8)$$

valamint, hogy

$$\frac{\mathrm{d}U_{Fe\text{-}Pt}}{\mathrm{d}T} > 0$$

$$\frac{\mathrm{d}U_{Fe\text{-}PtRh}}{\mathrm{d}T} > 0$$

$$\frac{\mathrm{d}U_{PtRh\text{-}Pt}}{\mathrm{d}T} > 0 \qquad (9)$$

Figyelembe vesszük, hogy a próba hűtésekor a külső fal T_k hőmérséklete kisebb a belső fal T_b hőmérsékleténél. Ekkor a *c* elrendezés megvalósításakor az eredő, mérhető termofeszültségre igaz, hogy

$$\overline{U}_{mért\,c)} = U_{PtRh\text{-}Fe}(T_b) + U_{Fe\text{-}Pt}(T_k) - U_{PtRh\text{-}Pt}(T_h) = U_{Fe\text{-}Pt}(T_k) + \left[U_{PtRh\text{-}Fe}(T_k) + \frac{\mathrm{d}U_{PtRh\text{-}Fe}}{\mathrm{d}T}(T_b - T_k) + \ldots\right] - U_{PtRh\text{-}Pt}(T_h) = U_{PtRh\text{-}Pt}(T_k) - U_{PtRh\text{-}Pt}(T_h) + \frac{\mathrm{d}U_{PtRh\text{-}Fe}}{\mathrm{d}T}(T_b - T_k) + \ldots < \overline{U}_{mért\,a)} \qquad (10)$$

A (10) összefüggésből tehát — a várakozásnak megfelelően — adódik, hogy a *c* elrendezéssel mér-

hető termo-feszültség valóban kisebb, mint a külső fal hőmérsékletének megfelelő.

Hasonlóképpen megvizsgálhatjuk a *d* elrendezés körülményeit. Ilyenkor a *Pt*-szár érintkezik a „melegebb" belső fallal. Az eredő termofeszültségre felírható, hogy

$$\overline{U}_{\text{mért}_{dj}} = U_{\text{PtRh-Fe}}(T_k) + U_{\text{Fe-Pt}}(T_b) - U_{\text{PtRh-Pt}}(T_h) = U_{\text{Fe-Pt}}(T_b) + \left[U_{\text{PtRh-Fe}}(T_b) - \frac{dU_{\text{PtRh-Fe}}}{dT}(T_b - T_k) - \ldots\right] - U_{\text{PtRh-Pt}}(T_h) = U_{\text{PtRh-Pt}}(T_b) - U_{\text{PtRh-Pt}}(T_h) - \frac{dU_{\text{PtRh-Fe}}}{dT}(T_b - T_k) - \ldots > \overline{U}_{\text{mért}_{bj}}. \quad (11)$$

A *d* elrendezés esetében tehát nagyobb termofeszültséget, azaz nagyobb hőmérsékletet mérünk, mint a belső fal T_2 értékének megfelelne.

Az egyes termoelem-elrendezéseknél adódó termofeszültségek fentiekben vázolt *elméleti elemzése* alapján is megállapíthatjuk, hogy a *b* termoelem-elrendezés a legcélszerűbb, mivel a *b termoelem-elrendezéssel mért hőmérséklet közelíti legjobban az előzőekben definiált egyenértékű hőmérsékletet.*

Az elemzés könnyen elvégezhető, gyors *hevítés* esetére. Ebben az esetben is az adódik, hogy *PtRh—Pt*-termoelemünkkel a vékonyfalú, vasalapú, csőalakú dilatométeres próbatest belső falának hőmérsékletét kell mérni.

Kísérleti eredmények

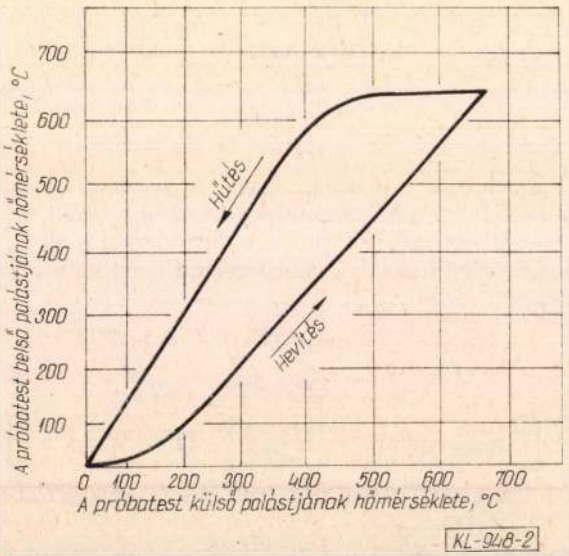
Már az előzőekben is megemlítettük, hogy ha a dilatométeres próbatest keresztmetszetében a hőmérséklet nem egyenletesen oszlik el, akkor a próbatest mérhető megnyúlása a próbatest belső részei hőokozta tágulásának eredőjeként adódik. Az így létrejövő eredő dilatáció egy súlyozott középérték, amely nyilvánvalóan a hőmérséklet adott eloszlásától függ. A továbbiakban leírandó méréseket annak kísérleti ellenőrzése céljából végeztük, hogy az 1. ábrán bemutatott termoelem-elrendezések közül valóban a *b* elrendezés közelíti-e meg legjobban az egyenértékű hőmérsékletet.

A méréseket saját építésű, villamos regisztrálású dilatométeren végeztük [3]. A dilatométeres próbatest anyaga nem színvas, hanem erősen ötvözött, austenites, a mért hőmérsékleti tartományban át nem alakuló acél volt. A 20 mm hosszúságú, csőalakú próbatest belső átmérője 2 mm, külső átmérője 4 mm volt.

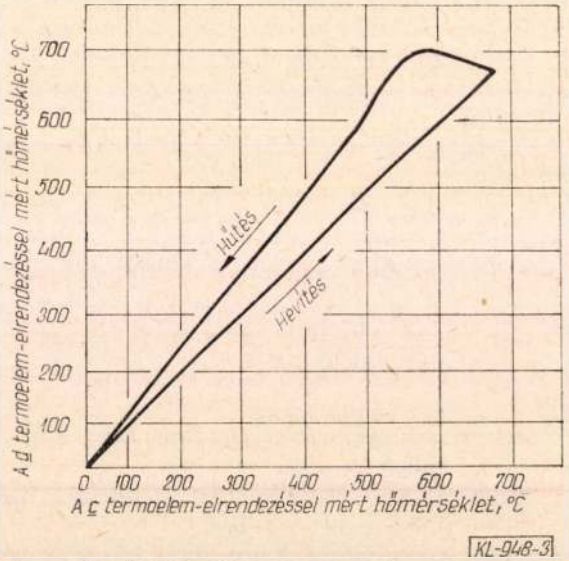
A mérések folyamán a *hőmérsékletet*, a *méretváltozást* és az *időt* regisztráltuk. A próbatest hevítését úgy oldottuk meg, hogy a próbatestet az előzetesen 680° C-ra felfűtött, argon védőgázas, kantálfűtéses csőkemencébe helyeztük. Miután felvette a kemence hőmérsékletét, a próbát eltávolítottuk a kemencéből és egy fúvóberendezés segítségével intenzíven hűtöttük. A *2—4. ábrákon* a kísérleti ellenőrzés folyamán az XY koordináta-íróval felvett diagramok közül néhány jellemzőt mutatunk be.

A *2. ábra* megszerkesztéséhez, az *a* és *b* termoelem-elrendezésekkel adódó termofeszültségek közötti összefüggést vizsgáltuk. A koordináta-író vízszintes tengelyére a próbatest külső palástjának, függőleges tengelyére pedig a próba belső felületének egy pontjához hegesztett termoelemek termofeszültségeit vittük. Az egyszerűség kedvéért a diagramot hőmérsékletre skáláztuk. Egyensúlyi hevítési és hűlési körülmények között a vízszintes tengelyhez 45° alatt hajló egyenest kellene kapnunk, gyors hevítéskor azonban — mint az ábra mutatja — a külső palást hőmérséklete hirtelen megnő és csak egy bizonyos idő eltelte után kezd a belső fal hőmérsékletével közel azonos mértékben növekedni. Gyors hűlésnél a külső fal gyorsabban kezd hűlni, mint a belső fal.

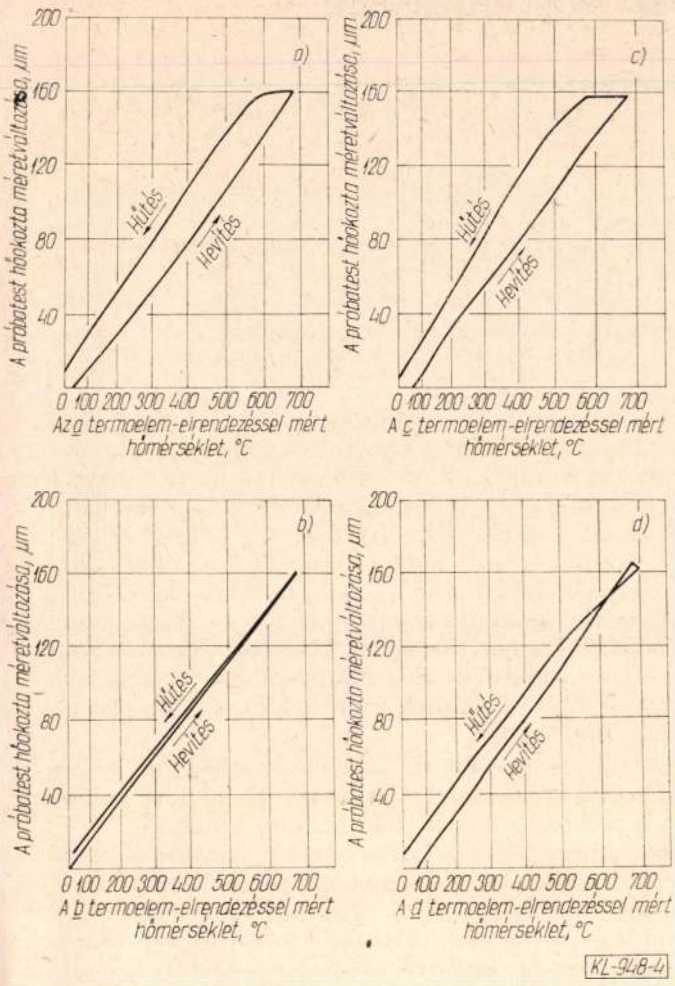
A *3. ábrán* a *c* és a *d* elrendezések közötti különbséget vizsgáljuk. Az XY koordináta-író vízszintes tengelyére a *c* termoelem-elrendezéssel, függőleges tengelyére pedig a *d* termoelem-elrendezéssel adódó termofeszültséget vittük. A diagramot szintén hőmérsékletre skáláztuk. A próbatestet *lassan hevi-*



2. ábra. A csőalakú dilatométeres próbatest külső és belső palástjainak hőmérséklete közötti összefüggés a próbatest gyors hevítésekor és hűtésekor



3. ábra. A csőalakú dilatométeres próbatest gyors hűtésekor a termoelem c és d szerinti elrendezésével mért hőmérsékletek közötti összefüggés



4. ábra. A különböző termoelem-elrendezésekkel mért hőmérsékletek és a dilatáció közötti összefüggés a csőalakú dilatométeres próba gyors hevítésekor és hűtésekor

tettük 680° C-ra. A hevítési görbeág az ábrán egy 45° alatt hajló egyenes, mert ilyenkor a próba egész tömegének egyenletes a hőmérséklete. A 680° C hőmérséklet elérése után a próbatestet gyorsan hűtöttük. Megfigyelhető, hogy a hűlés kezdete után a lehűlési görbeág előbb emelkedni kezd, majd egy maximum elérése után csökken. Ez természetes, hiszen gyors hűtéskor a külső fal hőmérséklete gyorsabban csökken, mint a belső falé. A (10) összefüggésből látszik, hogy a *c* termoelem-elrendezéssel a külső fal hőmérsékleténél kisebb hőmérsékletet regisztrálunk. A (11) összefüggés viszont azt mutatja, hogy a *d* termoelem elrendezéssel mért hőmérséklet nagyobb, mint a próbatest belső falának a hőmérséklete. A *d* és *c* termoelem relendezéseknél adódó hőmérsékletek különbségét a hűlés egy adott pillanatában megkapjuk, ha a hűlés görbe így kiszemelt pontjának ordináta és abszcisszа értékét kivonjuk egymásból. Az egyes termoelem-elrendezéseknél adódó termofeszültségek tisztán egymásközötti összefüggéseiből a dilatáció figyelembevétele nélkül, még nem állapítható meg az optimális termoelem elrendezés. Ellenben a 2. és 3. ábra világosan igazolja, hogy az egyes termoelem elrendezések nem egyenértékűek.

A termoelem elhelyezésének következményei, s ennek alapján a legkedvezőbb elrendezés végül is *dilatométeres kísérlettel* állapítható meg. Dilatométerünkben ugyanazt a próbát 4,5°/s sebességgel hevítettük, majd 30°/s sebességgel hűtöttük, miközben a hőmérsékletet mind a négyféle módon megmértük. A koordinátaíró X-tengelyén az észlelt termofeszültséget, az Y-tengelyen a méretváltozást regisztráltuk. A *4. ábrán* bemutatott dilatogramokon — az elméleti meggondolásainkkal teljes egyezésben —, jól látszik, hogy az 1. ábrán látható elrendezések mennyire nem egyenértékűek, és hogy esetenként milyen nagy mértékben eltorzulhat a valóságos változásokról a dilatogramon megjelenő információ. Az *a* és a *b* esetben csak nagy, 100—150° C-os (') hiszterézist tapasztalunk. A *d* elrendezés alkalmazásakor azonban még a hőmérséklet és a méretváltozás közötti kapcsolat monoton jellege is felborult (a 4*d* ábra jobb felső sarkában látható hurok környékén). A *b* elrendezés viszont alig mutatott hiszterézist, a görbeágak lényegében egyenesek és minimális szöget zárnak be egymással.

Így mindenféleképpen beigazolódott, hogy *a vizsgált lehetőségek közül a b elrendezéssel, a csőalakú dilatométerpróba belső falához hegesztett termoelemmel célszerű a próba hőmérsékletét mérni.* Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy ez a megállapítás csak akkor igaz minden további nélkül, ha vasötvözetek hőmérsékletét PtRh—Pt-termoelemmel mérjük. Más ötvözet, illetve más hőelemek használatakor a mérés legcélszerűbb módja is változhat [1].

IRODALOM

[1] Publikálatlan vizsgálatok.
[2] *Smithells, C. J.:* Metals Reference Book, vol. III. Butterworths, London, 1967; p. 721.
[3] *Czinege I.—Sárossy Gy.:* BKL. Kohászat *105* (1972).

Felhívás

Az új ciklus beindulásakor szeretnénk új tagokkal kiegészíteni Szerkesztő Bizottságunkat és szerkesztőségünket, ezért felkérjük budapesti tagjaink közül azokat, akik időt tudnának szakítani arra, hogy lapunk szerkesztési munkájában résztvegyenek, szándékukat jelentsék be Szerkesztőségünknél.

Új tűzálló anyagok a vas- és acéliparban*

B. H. BATES
Anglia, Manchester, The Carborundum Co. Ltd.

DK.: 669.184.2 : 666.764 : 65.012

A tanulmány a nyersvas, acélgyártó és hengerműi berendezések, elsősorban kemencék időkihasználását és teljesítményét növelő különleges tűzállóanyagok alkalmazására ismertet szakszerű példákat. Leírja a végrehajtott kísérleteket, ismerteti a felhasznált különleges tűzállóanyag-féleségeket, valamint az elért eredményeket.

Egy 3000 tonna nyersvas napi teljesítményű nagyolvasztó javítása napi 10 000 font nyereségkiesést jelent. Ezért ma már egyre inkább különleges tűzálló anyagokkal cserélik fel a hagyományos tűzálló bélést, annak érdekében, hogy meghosszabbíthassák a kemencekampányt, illetve az állásidőt a minimumra tudják csökkenteni.

Egy másik fontos mód, ahogyan ezek a bonyolult anyagok növelni tudják a kemence tonnateljesítményét, ha a kohó hasznos térfogatát növeljük. Feltéve, hogy kellő fúvószélkapacitással rendelkezünk, 1 százalékos hasznos térfogatnövekedés 1 százalékkal növeli a napi nyersvastermelést. Az olyan termékek, mint a tömör alumíniumoxid kötésű téglák vagy az olvasztással öntött tűzálló anyagok, hatékonyan pótolják a vastagabb szelvényű samott téglát, és 10–12 százalékkal növelhetik a kohó hasznos térfogatát.

Egyre nagyobb mértékben használják a különleges tűzálló anyagokat olyan helyzetekben is, ahol erős koptató vagy dörzshatás érvényesül, bár a hőmérséklet tulajdonképpen alacsony. Néhány ilyen anyagnak, például a kötőanyaggal kiegészített szilíciumkarbidnak és az olvasztással öntött alumíniumoxidnak már régóta közismert az a képessége, hogy ellenáll mind a kopásnak, mind pedig a magas hőmérséklet hatásának. Ezeknek a termékeknek a kiváló kopásállósága annál jobban megérthető, ha emlékezünk arra, hogy kristályos szemcsékből állnak, amelyek az eddig ismert legkeményebb anyagok közé tartoznak.

A nagy ellenállóképességű anyagok felhasználásának egyik jó példáját a darabosító üzemben láthatjuk. A darabosítás folyamán a levegőt laza vasércágyon és tüzelőanyagon keresztül szívjuk be, rendszerint apró kokszon keresztül. Amikor a tüzelőanyag elég, az érc részecskék, amelyek túl aprók ahhoz, hogy közvetlenül a nagyolvasztóba legyenek adagolhatók, a hőmérséklet hatására nagyobb darabokká egyesülnek.

Az ennek során keletkező fütsgázok nagy arányban tartalmaznak erősen koptató hatású, finom koksz és érc-részecskéket, amelyek átjutnak a láncrostélyon, és amelyeket el kell távolítani a gázokból, mielőtt azok a légtérbe kerülnek.

Ennek érdekében a gázokat úgy tisztítjuk, hogy ciklonokon engedik át, ahol a finom zsugorítmány részecskék elkülönülnek, összegyülemlenek, majd ahonnan visszajutnak a zsugorítandó érctömeghez.

Az egyik nagy hollandi acélműben a hagyományos, öntött bazalt bélést Carbofrax szilíciumkarbid vályús hornyolt szegmensekből kialakított béléssel pótolják. Az öntött bazaltbélés rendes körülmények között 2 évig tart, de csak akkor, ha kéthetenként ellenőrzik, és sokat javítják. A Carbofrax bélés ugyanitt már 6 éve megelégedésre működik.

Most nézzük az elsődleges kohászati berendezést, magát a *nagyolvasztót*. A kampány tartama alatt több millió tonna zsugorított vasérc, koksz, és mészkő kerül a kohóba felülerőI, a csúszdán keresztül a tárolóból. Mivel egy-egy töltet átlag 1½ tonna erősen koptató hatású anyagból áll, a csúzdák élettartama – még ha különleges acél védőburkolattal is vannak ellátva – legfeljebb néhány hét lehet. Az egyik gyárban a csúszdákat Durafrax kopásálló alumíniumoxiddal vonták be, aminek eredményeként azok két év óta folyamatosan üzemelnek.

A töltet, miután az adagoló szerkezeten át a nagyolvasztóba jutott, zuhanás közben a kohófalba ütközik. A szokásos anyagból készült koptató lemezek hátsó burkolatának szilíciumkarbid kötésű téglával való helyettesítésével végzett sikeres próba után, a három legnagyobb amerikai acélgyár egyike a nagyolvasztók közül egyet teljes egészében 36 hüvelyk vastagságú Carbofrax-M béléssel látott el a felső részén, mert ez az anyag jól ellenáll a szénlerakódásnak. Ez a rendkívüli módon kopásálló anyag sikeresen kibírta az elegy okozta ütődéseket és eróziót olyannyira, hogy amikor a bélést 2 millió tonna nyersvas előállítása után ellenőrizték, a megállapítható kopás alul maximum 12, felül pedig csupán 2 hüvelyknyi volt. A kopás mellett az egyes részeken aránylag egyenletes volt, amit az infravörös fényképek is igazoltak. A munkafelület csupán súrlódásra bekövetkezett kopást mutat, és kémiai hatásnak vagy szénlerakódásnak, ami szénmonoxid roncsoló hatására utalna, semmiféle látható jele nem volt. Úgy véljük, hogy ez a bélésfajta egyre szélesebb körű felhasználásra számíthat, különös tekintettel arra a hasonlóképpen egyre fokozódó irányzatra, hogy a meglevő nagyolvasztókat termelő kapacitásuk határáig kihasználják, ami viszont nagyobb sebességű gázáramlással és nagyobb kopással, valamint nagyobb eróziós hatású viszonyokkal jár a toroktérben.

Ha tovább haladunk a nagyolvasztóban lefelé, a különleges tűzálló anyagokra megint csak szükség van attól a ponttól kezdve, ahol az elegy összetömörül és belép az olvasztótérbe. Ez rendszerint alacsonyan van, de olykor megasabban is lehet, ha növelni akarjuk az olvasztóteret. Ebben a tekintetben azok az oxid termékek minősülnek különleges tűzálló anyagoknak, amelyek 2 százaléknál kevesebb szennyező anyagot tartalmaznak.

* Előadásként elhangzott Budapesten, 1971. márc. 24-én a III. Brit Műszaki Héten.

Ezek fő feladata, hogy meghosszabbítsák a tűzálló bélés átlagos élettartamát, tehát hogy az egész kemencebélés előrejelezhetően és gazdaságosan végigbírja a kampányt.

Ezen a kritikus területen a tűzálló anyagokkal szemben támasztott legfőbb követelmények a következők:

1. Nagy sűrűség, a velejáró kis porozitással és áteresztő képességgel együtt.

2. Nagy hővezető képesség a hatékony hűtés érdekében.

3. Nagy ellenállóképesség a nagyolvasztó salak hatásával szemben, az erősen savastól enyhén bázikusig terjedő tartományban.

4. Nagy ellenállóképesség meleg koptatással szemben, hogy csökkenteni tudjuk a nyomás alatt álló adag okozta fizikai károsodást, elsősorban a nyugasz felső részén.

5. Nagy ellenálló képesség alkáliákkal szemben; a tűzálló anyagok meghibásodásának a fő oka a belső falazat alsó részén az alkáliák által előidézett reakció.

6. Teljesen kristályos szerkezet, hogy megakadályozhassuk a salakkal és lúgokkal bekövetkező reakció hatására előforduló alacsony olvadáspontú, üveges fázisok képződését.

7. Mérsékelt ellenállóképesség lökésszerű hőhatásokkal szemben, mert a nagyolvasztó rendes körülmények között folyamatosan üzemel.

Egyike az ilyen különleges tűzálló anyagoknak nagyolvasztók részére, amely teljesen megfelel a felsorolt szigorú követelményeknek, az Alfrax-201, egy sűrű, 90 százalékos alumíniumoxid mullit kötésű tégla. Legnagyobb előnye más nagytisztaságú tűzálló anyagokkal szemben, hogy aránylag olcsó, tehát jól szolgálja a gyakran bonyolult alakzatok előállítását, amelyekre a hűtőelemek körül sokszor szükség van.

Említettük azonban, hogy a tűzálló anyagok meghibásodásának fő oka az alsó részekben az alkáliákkal végbement reakció; ebből a szempontból az Alfrax-201 csak a második helyen áll az ugyancsak általunk kidolgozott Monofrax-A, egy alfa-alumíniumoxid olvasztott-öntött anyag mögött.

A nagyolvasztó hűrőrendszere az egység egyik legdrágább része. Akár donga, akár lemezes rendszerről van szó, a víz szállítása ahhoz a ponthoz, ahol az leghatékonyabb lehet, rengeteg tervező és karbantartó munkaidőbe kerül. Minél jobb a használt tűzálló anyag velejáró hővezetőképessége, annál hatékonyabb lesz a vízhűtéses rendszer. Számos nagyolvasztónál, ahol lemezhűtéssel dolgoznak, újra kellett tervezni a rendszert két-háromsoros megoldáa formájában, főleg a nagy kopásnak kitett részeken. Ez azonban költséges és felesleges is, ha nagyobb hővezetőképességű téglát használunk. A kérdéses anyag többletköltsége bőven megtérül a szükséges hűtők számának csökkenése révén.

A Monofrax-A anyagot kimerítő laboratóriumi és helyszíni vizsgálatoknak vetettük alá, és ennek eredményeként a jelenleg kapható legjobb tűzálló anyagnak bizonyult ennek a munkaterületnek a számára, mivel nemcsak a nagy alkáliaállóság és hővezetőképesség jelentette követelményeket elégíti ki nagyszerűen, hanem emellett nagy ellenállóképességű a kopással, lökésszerű hőhatásokkal, és a salakhatással szemben is.

A samott téglánál a salak két szakaszban támad. Először a tégla kötése olvad össze a salakkal, azután maga a tűzálló téglatörmelék oldódik.

Ez a fotomikrográf rendkívül vékony salakréteget mutat az olvasztott-öntött tűzálló anyag felületén, minden behatolás nélkül. Tény az, hogy amikor a Monofrax-A reakcióba lép a salakkal, a reakciótermék maga is tűzálló anyag lesz, amelynek olvadáspontja kb. 1680 °C.

Minden vizsgálat arra mutat, hogy az alumíniumoxid vagy az alumíniumoxid alapú tűzálló anyagok tudnak leghosszabb üzemi élettartamot biztosítani, amiből az következik, hogy ezeket a drága termékeket a nagyolvasztóban oda kell beépíteni, ahol salak képződik, alkáliák kondenzálódnak magas hőmérsékleten, és mindez együttjár erős, súrlódó kopással. A kemencejavításoknak majdnem háromnegyed része olyan meghibásodásokból ered, amelyek ebben a zónában keletkeznek.

Vizsgáljuk most meg ezeknek az anyagoknak a teljesítményét néhány újabb alkalmazási esetben.

Itt olvasztott-öntött alfa-alumínium oxidot használtak ernyőként a szénpoha fölött, ami fordulópontot jelentett az adag koptató hatása tekintetében. Ma már 6 hasonló berendezés üzemel megelégedésre.

Ez a valamivel igényesebb konstrukció az „utolsó védelmi vonal" helyzetet jellemzi, ahol a nagyolvasztó tervezője úgy vélte, hogy a különleges tűzálló anyag alkalmazása a kohófalazat egész vastagságában nem indokolt, azt tehát a kohó belső fala mögött helyezte el, hogy azt megvédje, és tartsa fenn a megfelelő profilt a kampány túlnyomó része alatt. A szóbanforgó kampány kezdetén hamarosan kopás mutatkozott az eredeti belső bélésen, amely különlegesen nagyteljesítményű, 23 sz. samott éktéglából készült, majd az alfa alumíniumoxid zárókövek lassú pusztulása következett be. A kemence azonban még mindig üzemel, mert elegendő vastagságú bélés maradt meg.

Ez a technológia még mindig fejlődésben van. Nagy alumíniumoxid tartalmú különleges tűzálló anyagokat mindenütt gyártottak már és gyártanak ma is a világon: Angliában, Amerikában, Kanadában, Ausztráliában, Japánban. Talán elég sokat mond, hogy a Nippon Steel, amely hamarosan kiüti az US Steel vállalatot a nyeregből, mint a világ legnagyobb acélgyára, szintén a Monofrax-A tömböket választotta a Kawasaki telep Mizushima-2 nagyolvasztójának nyugaszbéléseként, pedig ez a világ legnagyobb nagyolvasztója.

Végezetül, mielőtt megkezdenénk az *acélgyártás* területén használatos különleges tűzálló anyagok továbbfejlesztésének megvitatását, vizsgáljuk meg, milyen megoldásokat kínálnak ezek a nagy ellenállóképességű anyagok a kopás problémával kapcsolatban, különös tekintettel a nagyolvasztógázokra.

A Pease-Anthony gázmosó tornyot azzal a céllal alakították ki, hogy vízsugár segítségével

távolítsa el a kiáramló gázban levő, csiszolóhatású szemcséket. Ezeket a forró gázokat azután az acélmű más részeiben lehet felhasználni.

Refrax szilíciumnitrid kötésű szilíciumkarbid béléssel látták el a venturi torokrészt, ahol a gázsebesség és a részecske koncentráció a legnagyobb, míg a főrész béléseként a kényelmesebb Carbofrax anyagot használták fel. Még az ilyen kedvezőtlen körülmények között is kb. 5 év élettartamot sikerült elérni, mialatt a bélés alig, vagy egyáltalán nem igényelt karbantartást.

Eddig a nyersvasgyártással foglalkoztunk. Most viszont vegyük szemügyre az acélgyártás kérdéseit, attól kezdve, hogy a nyersvas, vagyis a nagyolvasztó terméke, a további munka nyersanyaga lesz.

Egyike az első és talán némileg szokatlan felhasználásmódoknak, amiről szólni szeretnénk, a szilíciumkarbid használata ferrocarbo brikett formájában. Rendes körülmények között ezt az anyagot azért adják a vasöntödékben a kupolókemence elegyéhez, hogy tisztább és jobban megmunkálható öntvényeket kapjanak.

Az LD konverterekben, amikor azok nagy, hideg fémbéléssel dolgoznak, mert például nincs elég folyékony nyersvas, a ferrocarbo tüzelőanyagként adagolható az acélfürdő hőmérsékletének fenntartására.

Ilyen körülmények között a szilíciumkarbid oxotermikusan reagál a megolvadt acéllal, míg további előnye, hogy elősegíti a végső dezoxidációt.

A ferrocarbo adalék lehetővé teszi, hogy az LD eljárást 40 százalék hulladékbetéttel folytassuk a normál 30 százalékos határ helyett.

A villamos ívkemencékben az acélgyártás túlnyomórészt hulladékvas betétből történik.

A viszonyok különösen kedvezőtlenek a lökésszerű hőhatások, valamint a magas hőmérsékletű salak okozta erózió szempontjából. Amint az 1600 °C hőmérsékletű megolvadt fémet lecsapolták, a munkaciklus újból elölről kezdődik. Az elektródok és a kemencetető eltávolítása után 80 tonnányi hideg acélhulladékot ejtenek a kemencébe több láb magasból. Eltekintve a velejáró mechanikai igénybevételtől, a hideg elegy hirtelen hőmérsékletesést idéz elő a tűzálló bélésanyagban, ami azután hirtelen lehűléshez vezet. Az adagolás befejeztével visszahelyezik a tetőt és az elektródokat, majd megkezdődik az olvasztás. A megolvadt acél örvénylése korróziót indít meg a salakzóna mentén, de még ennél is kedvezőtlenebb viszonyok uralkodnak az oldalfalnak azon a részén, amely közvetlenül az elektródok mögött terül el, és ahol az ív közelsége lényegesen magasabb helyi hőmérsékletet idéz elő.

Úgy hisszük azonban, sikerült megtalálnunk ennek a problémának a megoldását a Magnafrax-C elnevezésű olvasztott-öntött magnéziumkróm tűzálló anyag kifejlesztésével. Ilyen kritikus körülmények között az alapvető tűzálló anyagok legfeljebb néhány napig bírják ki, mielőtt a kemencebélést már javítani kellene. Ha viszont a Magnafrax-C anyagot alkalmazzuk a salakzóna mentén, valamint a „forró pontokon", sokkal kiegyensúlyozottabb tűzállóanyag élettartamot tudunk elérni, és lehetővé tesszük a kemencék folyamatos üzemét akár 4–5 hétig is.

A Magnafrax magnézium-alumínium cementek hevítésekor pozitív expanziós tulajdonságokat mutatnak, ami különösen alkalmassá teszi ezeket az anyagokat légmagos indukciós kemencék számára. Ezeket a cementeket kifejezetten azzal a céllal fejlesztették ki, hogy nedves és száraz állapotban egyaránt nagy sűrűségűre legyenek összetömöríthetők. Általában az acélsablonnal végrehajtott, száraz tömörítés ajánlatos, amely olvasztás alatt az eredeti zsugorodást idézi elő a cementbélésben.

Itt egy Magnafrax bélésű indukciós kemence tényleges állapota látható 20 különlegesen magas hőmérsékletű ötvözött acéladag olvasztása után. A bélés repedésének bármilyen lehetőségét kiegyenlítik a cement expanziós tulajdonságai, tehát a fémbehatolás, ami tönkretehetné a vízhűtéses rézindukciós tekercseket, eleve kiküszöbölődik.

A folyamat következő lépésében az acélt, miután megfelelő összetételűvé finomították, tuskóvá öntik, amely azután a hengerdéből buga vagy lemezbuga alakjában lép ki.

Mielőtt azonban a hengerlés megkezdődhetnék, az öntecseket izzító kemencében egyforma hőmérsékletre kell hozni.

Hagyományos tüzelésű izzító kemencék üzemi hatékonyságát úgy tartják fenn, hogy mind a gázt, mind pedig a levegőt előre maximális hőmérsékletre melegítik, amit viszont úgy oldanak meg, hogy mindkettőt kívülről hevített rekuperátorokon engedik keresztül ; ezt a külső hevítést a kemencéből távozó magas hőmérsékletű gázok végzik.

A fém rekuperátorokat széles körben alkalmazzák, bár ezek munkája eleve aránylag alacsony üzemi hőmérsékletekre korlátozódik.

A probléma megoldására Refrax rekuperátorokat terveztünk és helyeztünk üzembe ; a Refrax szilíciumkarbid tűzálló anyag, amelynek természetében rejlő szilárdsága lehetővé teszi minimális falvastagság alkalmazását. Ez, valamint az anyag nagy hővezetőképessége azt jelenti, hogy 500 °C levegőelőmelegítő hőmérsékletet nyerhetünk, ha a füstgázokat 1250 °C hőmérsékleten engedjük át a rekuperátokon.

A szivárgás problémája is lényeges mértékben enyhült, amióta a Fiberfrax kerámiai rostanyagunkat használják tömörítésként.

Az acélgyártás említett fázisában azonban a Fiberfrax egy másik követelményt tud kielégíteni burkolat, illetve paplan formájában, mint a mélykemencék tömítő anyaga.

A hagyományos homoktömítés egyre nagyobb mérvű károsodást okoz a kemence falazatában, mivel a homok beszivárog a tágulási repedésekbe, amelyek a kemence hideg állapotában keletkeznek és, a hevítés szakszában nem tudnak ismét teljesen bezáródni.

A Fiberfrax tömítést azonban elegendő egyszerűen a kemence köré felrakni, vagy különleges vályukban elhelyezni, hogy hatékony stabil zárat alkosson.

Miután a tuskó átjutott a hengerdén, és buga, vagy lemezbuga formát öltött, a végleges hengerlés előtt rendszerint újrahevítést igényel. Rendes kö-

rülmények között csúszósíneken halad végig a *hengermű kemencén* keresztül, ami tömör vagy vízhűtéses lehet. A vízhűtéses sínek egyik problémáját a kemence hővesztesége és a lemezbugára gyakorolt hűtőhatás jelenti. A tömör acélsínek nem tökéletesek, mert maximális üzemi hőmérsékletük korlátozott, és érzékenyek a kemence atmoszférára is.

A Carbofrax szilíciumkarbid csúszósínek kiküszöbölik a hőveszteséget, a bonyolult vízszivattyúzást, és a vízhűtéses csövekhez szükséges egyéb berendezést. A Carbofrax nagy hővezetőképessége ezenkívül abszolút minimálisra csökkenti a hideg pontok számát, továbbá lényegesen megrövidíti azt az időtartamot is, ameddig a bugákat a hőmérséklet kiegyenlítése érdekében a lágyító zónában kell tartani.

Ez a kemence 9 m hosszú és 100 mm² keresztmetszetű bugákat 1250 °C hőmérsékletre hevít hengerlés, illetve huzal és rúdhúzás előtt.

A Carbofrax síneknek a 20 m-es kemence munkaterében 50 t/óra átfutást kell kibírniuk. Egy év folyamatos üzem után mindössze 1,5 mm kopás mutatkozott rajtuk a hideg belépő szakaszban, illetve 3 mm a magas hőmérsékletű kilépő zónában, tehát sikeresen pótolták még a hőálló fémsíneket is, amelyek 6 hét után már tönkrementek.

Van azonban egy figyelemre méltó szempont a szilíciumkarbid sínekkel kapcsolatban, és ez a salakolvadék. Ha viszont ennek a legcsekélyebb lehetősége is fennáll, a szilíciumkarbid kellőképpen védhető valamilyen semleges cementréteggel, ami megakadályozza a lerakódást.

A szilíciumkarbid természetesen nem alkalmazható olyan területeken, mint például a kemence ürítő zónája, ahol a salakolvadék nagy mennyiségben gyülemlik fel. Ide inkább a Monofrax-M olvasztott/öntött csószósínek javasolhatók, amelyek 12–30 font/hüvelyk² nagyságrendű terhelést is kibírnak.

A csúszósín metszetek vizsgálatakor kitűnt, a csúszósínek kopása 800 000 tonna acél szállítása után sem haladta meg az ¼ hüvelyket.

Ezeket a régi síneket leszerelték, amikor a kemencét újjáépítésre leállították, majd ismét felszerelték, és még ma is üzemelnek, holott már jóval túlhaladták a másfél millió tonnás határt.

Egyesületi hírek

A Kohászati Gyárépítő Vállalat helyi csoportja február 24-én klubdélutánt rendezett a vállalat Dunai Vasműben levő építésvezetőségén. A klubdélután keretén belül a résztvevők megtekintették a DV Martin acélművét, az épülő folyamatos öntőművet, majd a KGYV építésvezetőség kultúrtermében *Makrai Tibor* okl. kohómérnök, a DV Acélmű főmérnöke és *Farkas Lajos* okl. km. KGYV főépítésvezető helyettes „Maerz—Boehlens-kemencék átépítési tapasztalatai és a kemence tartóssági kérdései az oxigénes acélgyártás bevezetése óta" címmel értékes előadást tartott.

Az előadás a falazat és az acélfürdő, ill. a falazat és a salak között létrejövő kölcsönhatások elméleti fejtegetése után ismertette az oxigén dúsításos frissítés bevezetésének okait, technológiai és termelési eredményeit, valamint elemezte a falazatra, kemencére és az eltávozott gázokra való hatását.

Az előadást követő aktív és színvonalas hozzászólások jól kiegészítették az elmondottakat.

A rendezvényen megjelent 65 szakember között a KGYV-n kívül a Dunai Vasmű, az Ózdi Kohászati Üzemek, a Csepeli Acélmű, a Nehézipari Műszaki Egyetem és az NME Kohó és Fémipari Főiskolai kara képviseltette magát.

Lantos István

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács-Szakcsoportja február 28-án Egyesületünk előadótermében klubnapot tartott.

A szakmai előadást *Kovács Miklós* okl. kohómérnök tagtársunk, a Magyar Vagon- és Gépgyár kovács és hőkezelő műszaki osztályának vezetője tartotta „Közúti futómű- és motorprogram kovácsüzemi fejlesztése a Magyar Vagon- és Gépgyárban" címen.

A vetített képes előadásból a hallgatóság megismerte a III. ötéves tervben elkezdett és a IV. ötéves tervben befejezésre kerülő melegüzemi fejlesztést, melynek segítségével a gyár közúti járműprogramja gyártmányainak minőségével elérte a fejlett ipari országok gyártmányainak minőségi színvonalát.

Termelésbe állított új MAXIMA — sajtók és sorjázóprések, valamint a korszerű nagyteljesítményű indukciós hevítőberendezések és hőkezelő sorok részletes ismertetése a hallgatóság érdeklődését mindvégig lekötötte. Sok kérdés hangzott el, melyekre a válaszok jól egészítették ki az előadást. A szakmai előadást kellemes baráti együttlét követte.

Latinák István

A *márc. 3-án tartott elnökségi ülés* első napirendi pontjaként megtárgyalta, majd jóváhagyta az 1972. évi egyesületi munkatervet. *Lomniczy Dezső* főtitkár szóbelileg is kiegészítette az írásban megküldött részletes anyagot és hangsúlyozta, hogy a munkaterv összeállításakor változatlanul az volt a célkitűzés, hogy csökkenteni kell a tervezett nagyrendezvények számát és minél többet célszerű — a vidéki egyesületi élet felpezsdítése érdekében, az egyes helyi csoportok bevonásával — a vidéki bánya, ill. kohótelepeken megrendezni. Legtöbb nagyrendezvényt a bányászati és az öntödei szakosztály tervezett.

Ezután a külföldi szakmai rendezvényen való részvétel terve került megtárgyalásra. Eszerint a szakosztályok összesen 39 fővel képviseltetik magukat 19 nyugati országbeli és 22 fővel 8 NDK, ill. szovjetunióbeli szakmai rendezvényen. A nyugati utak devizabázisát a nagyrendezvények nyugati résztvevőinek részvételi díjából, valamint a szakmai bemutatókkal kapcsolatban befizetett devizabevétel képezi. A vonatkozó rendelkezések szerint ugyanis az ilyen jellegű devizabevétel 13%-a az Egyesületet illeti. A legtöbb devizát ezévben a Nemzetközi Bányamérési Konferencia és az Olajbányászati Vándorgyűlés fogja előreláthatóan biztosítani.

A második napirendi pontként *Molnár László* titkár beterjesztette az Egyesület 1972. évi költségvetési tervét. A bevételi, valamint a szakosztályonként részletezett kiadási tervre vonatkozóan az ülés résztvevői közül *Bányai Bálint*, *Soltész István*, *Trethon Ferenc*, *Böszörményi Béla* és *Vörös Árpád* tettek fel kérdéseket. A válaszok kapcsán *Molnár László* titkár ismertette röviden a MTESZ új pénzügyi szabályzatát. Utalt arra, hogy a legnagyobb gondot a nagyrendezvények túlkésőre elhúzódó elszámolásai okozzák. *Bányai Bálint* egy korábbi elnökségi döntésre hivatkozva kérte, hogy az ICSOBA költségvetése külön kiemelve is jelentkezzen a költségvetésben, *Vörös Árpád* pedig azt kérte, hogy a szakosztályok az év folyamán minél gyakrabban kap-

janak tájékoztatást a szakosztályi költségek alakulásáról. *Molnár László* titkár kiemelte, hogy a költségvetés egyensúlya csak az esetben biztosítható, ha a jogi tagdíjak terv szerint befolynak és ha sikerül a nagyrendezvények anyagi „önhordóságát" biztosítani.

Végül *dr. Gyulay Zoltán* elnök és *Lomniczy Dezső* főtitkár a MTESZ-felé esedékes hozzájárulásról, valamint a lapok részére a MTESZ-en át nyújtott támogatásáról tájékoztatták az ülés résztvevőit.

Ezt követően az elnökség az 1972. évi költségvetést jóváhagyta és az elnök elismerését fejezte ki az előterjesztés gondos összeállításáért.

A harmadik napirendi pont keretében *Molnár László* titkár tájékoztatást adott a küldött közgyűlés előkészítéséről. Eszerint az első nap tartott szakosztályi ülések után, másnap délelőtt a MTA dísztermében tartjuk a tisztújító közgyűlést. A szokásos esti összejövetelt ezévben a Palace-szállóban tartjuk. A részletes programot a lapok közlik. Kérte az elnökség jóváhagyását, hogy az eddigi egyesületi érmeken kívül a három új érem is adományozásra kerülhessen a szakosztályok javaslatai alapján. Ezenkívül miniszteri kitüntetések átadására is sor kerül. A közgyűlések költségei kb. 200 ezer Ft-ot tesznek ki. A jelölőbizottság vezetőjéül *Podányi Tibort* javasolta. Végül bejelentette, hogy a helyi csoportok alapszabályban előírt vezetőségválasztó ülései részben már lezajlottak és március közepéig befejeződnek.

Néhány hozzászólás után, amelyek túlnyomórészt a szakosztályoknak jutó egyesületi érmek arányára vonatkoztak, az elnökség a titkár beszámolóját és javaslatait elfogadta.

Következő napirendi pontként *Podányi Tibor* ismertette a fiatalokra vonatkozó egyesületi felmérés adatait. (A felmérés részleteit lapunkban külön is részletesen közöljük.) Ebből kiderült, hogy a 35 év alatti fiatalabb tagok aránya jelenleg 35%. Javasolta az egyetemi csoportok átszervezését, ill. összevonását egyetlen bányász-kohász csoporttá az elnökség közvetlen irányítása alatt.

Az egyetemi csoportok összevonására vonatkozó javaslat élénk visszhangot keltett és többen hozzászóltak. *Nagy Zoltán*, a vaskohászati szakosztály elnökhelyettese támogatta a közös csoport létrehozására vonatkozó javaslatot, *dr. Richter Richard* alelnök pedig részletesen ismertette az egyetemen eddig folytatott egyesületi munkát és azokat a sajátos körülményeket, nehézségeket, amelyek a nagy létszámból és a szakok szétválásából adódtak. *Dr. Gyulay Zoltán* elnök pedig a Soprontól eltérő miskolci adottságok okait elemezve helyeselte, ha a bányászok és kohászok közötti egyre gyérülő érzelmi kapcsolatok erősítését az Egyesület elősegíti.

Az ülés úgy határozott, hogy helyszíni megbeszélés céljából az egyesület elnöke, főtitkára és a vaskohászati szakosztály elnökhelyettese április folyamán felkeresi az egyetemi csoportokat az új szervezet kialakítása érdekében.

Utolsó napirendi pontként a főtitkár *Péch Antal* születésének 150. évfordulójára tervezett rendezvényekről adott tájékoztatást. Eszerint a Történeti Bitottság szervezi a júniusi megemlékezéseket. *Péch Antal* szobrára koszorút helyezünk el és a budapesti lakása helyére megkíséreljük emléktábla elhelyezését kieszközölni a fővárosnál. Az Öntödei Múzeumban *Péch Antal* emlékkiállítást szervezünk az áprilisi közgyűlés alkalmából. A közgyűlési vacsorán szokásos *Péch Antal* emlékbeszéd megtartására pedig *dr. Gyulay Zoltán* elnökünk felkérését javasolja.

Az elnökség a főtitkár javaslatait elfogadta.

(OA)

*

Az ápr. 18-án tartott elnökségi ülést *dr. Gagyi-Pálffy András* alelnök vezette.

Első napirendi pontként *Lomniczy Dezső* főtitkár ismertette a tisztújító küldött közgyűlésen elmondandó főtitkári beszámoló főbb pontjait.

Az elnökség a tervezetet részletesen megvitatta. Az egyesületi központ küszöbönálló költözködése, az ICSOBA munkájában való részvétel, a könyvtár sorsa és az egyesületi adminisztráció helyes megszervezése ügyében hangzott el több hozzászólás.

Az elnökség a beszámolót elfogadta és úgy határozott, hogy a hozzászólásoknak megfelelően kell a beszámoló végleges szövegét kialakítani.

Ezután *Podányi Tibor*, a Jelölő Bizottság vezetője terjesztette elő az új tisztségviselőkre és az új tiszteleti tagokra vonatkozó javaslatát, hangsúlyozva, hogy a javaslat hosszú tárgyalások, egyeztetések után alakult ki.

A javaslathoz az elnökség tagjai közül többen hozzászóltak és egyhangúlag elfogadták. Különösen az új összevont egyetemi csoport elnökségi képviseletét vitatták meg részletesen. Az egyetemi egyesületi életet eddig hátráltató problémákat *dr. Richter Richárd* alelnök ismertette.

Harmadik napirendi pontként *Éles László*, az Érembizottság vezetője terjesztette elő a kitüntetésekre vonatkozóan a szakosztályvezetőségek által beterjesztett javaslatokat. Bejelentette, hogy az új érmek alapítását a közgyűlésnek kell jóváhagyni.

Az elnökség a javaslatot megvitatta és főleg az egyes szakosztályoknak jutó érmek számával foglalkozott behatóbban. Végül is a javaslat elfogadást nyert azzal, hogy az új érmek közül a *Délius*-érem ez alkalommal még nem kerül adományozásra.

Negyedik napirendi pontként *Óvári Antal*, a Határozatszövegező Bizottság vezetője olvasta fel azokat a javaslati pontokat, amelyek a most elhangzott főtitkári beszámoló-tervezet, valamint a szakosztályok képviselőivel folytatott tárgyalások alapján alakultak ki.

A hozzászólások után az elnökség megszabta a határozatok felépítésének sorrendjét és úgy határozott, hogy a végleges szöveget a közgyűlésen elhangzó főtitkári és számvizsgáló bizottsági beszámoló, valamint az esetleges elhangzó és a közgyűlés által elfogadott javaslatok alapján kell kialakítani.

Végül *Molnár László* titkár ismertette a tisztújító közgyűlés ügyében tett szervezési intézkedéseket: a meghívottak számát, a vidékiek elhelyezését, a Palace-szállóban sorra kerülő fogadás előkészületeit, az Akadémia épületében lezajló program részleteit, végül kérte az egyesületi éremmel kitüntetettek részére esedékes pénzjutalom jóváhagyását.

Az elnökség a tett intézkedéseket jóváhagyólag tudomásul vette és a jutalmak kifizetéséhez is hozzájárult.

(OA)

*

Egyesületünk elnöksége ápr. 20-án délelőtt 9 órakor soron kívül összehívott *rendkívüli elnökségi ülést* tartott, amelyet az elnök távollétében *dr. Martos Ferenc* alelnök vezetett. Az ülésen *Philip Miklós*, a MTESZ főtitkárhelyettese is jelen volt. Résztvettek *dr. Dobos György*, *dr. Gagyi-Pálffy András* és *dr. Verő József* alelnökök, *dr. Ember Kálmán* tiszteleti tag, *Lomniczy Dezső* főtitkár, *Moharos Jenő* főtitkárhelyettes és *Molnár László* titkár. A Bányászati Szakosztály részéről *Podányi Tibor* és *Böszörményi Béla*, az Olajbányászati Szakosztály részéről *dr. Heinemann Zoltán*, a Vaskohászati Szakosztály részéről *Nagy Zoltán* és *Gruber Imre*, a Fémkohászati Szakosztály részéről *Várhelyi Rezső* és *Laar Tibor*, az Öntödei Szakosztály részéről *dr. Vörös Árpád*, továbbá *Heinrich József*, *Binder Béla*, *Óvári Antal* és *Felner Sándor* lapszerkesztők.

Dr. Martos Ferenc alelnök bejelentette, hogy a rendkívüli elnökségi ülést előző nap az esti órákban a MTESZ-től érkezett kérésre kellett soron kívül összehívni a tisztújító közgyűlés ügyében.

Ezután MTESZ részéről jelen levő *Philip Miklós* főtitkárhelyettes ismertette a MTESZ álláspontját.

Az elnökség ezt követően úgy határozott, hogy egy, három egyesületi elnökségi tagból álló bizottság és a MTESZ képviselője felkeresi az érdekelteket, velük tárgyalásokat folytat és ezt követően alakítják ki a végleges javaslatot az új tisztségviselőkre.

(OA)

Beszámoló külföldi tanulmányútról

Tanulmányút Szlovákiában

A tanulmányutat a Kassai Műszaki Főiskola Alakítástechnológiai Tanszéke szervezte meg és irányította Csehszlovákia területén. A különböző intézmények és üzemek látogatását kifogástalanul készítették elő.

Az 1971. szept. 15-én megkezdett tanulmányút során a következő intézmények, üzemek munkájának és berendezéseinek a megismerésére nyílt lehetőségem: A Kassai Műszaki Főiskola Alakítástechnológiai, Metallorgáfiai és Fémfizikai Tanszéke, az Osztravai Bányászati és Kohászati Főiskola Alakítástechnológiai Tanszéke, a Vitkovici Klement Gottwald Vasművek Kutatóintézete és Hengerművei (Osztravában), a Nova-Huta Gottwalda Kohászati Üzem hengerműve, kovácsológyára és csőgyára, a Trineci Kohászati Üzemek korszerű hengerműve, a prágai Vasipari Kutató Intézet Képlékenyalakítási Osztálya, a Decini Fémkohászati Üzemek.

A főiskolákon elsősorban az oktatás módszereit és technikáját tanulmányoztam. A Kassai Műszaki Főiskolán az oktatás jellege jelentősen eltér a mi főiskolánk oktatási jellegétől. (A Kassai Főiskola magyar megfelelője egyetem lenne, mivel az oktatási idő 5 év.) 1966-ban oktatási reformot vezettek be, a kohászati jellegű szakképzést kapó hallgatók oktatása 4 éven keresztül lényegében azonos és az 5. évben történik erősebb szakosítás a következő irányokban: — vaskohászat — fémkohászat — fémtan, metallográfia — hőkezelés — képlékenyalakítás. A kassai főiskolán a levelező oktatás volumene csökkenő tendenciát mutat.

A képlékenyalakítás oktatásában elsősorban az anyagtulajdonságok változásának oktatására és szemléltetésére helyeznek nagy súlyt.

Külön tantárgyat képez a hengerművek automatizálása. Ugyancsak külön tantárgy keretében tárgyalják a szakirodalomban az utóbbi időben megjelent témákat, „Válogatott fejezetek a képlékenyalakítás köréből" címmel. Jól felszerelt műhellyel rendelkeznek, ahol több műszerezett kísérleti hengerállványuk és különböző alakító gépeik vannak.

A metallográfiai és fémtani tanszék oktatási tematikája körülbelül azonos a főiskolánkéval. Felszerelésük igen korszerű, rendelkeznek JEM-7 japán gyártmányú elektronmikroszkóppal, ezen túlmenően több hazai (Tesla) gyártmányú elektronmikroszkóppal, az utóbbiakon a hallgatók a gyakorlatok során maguk dolgoznak. Jelentős kutatásokat végeznek az anyag törésének okaival és jellegével kapcsolatban.

A Keletszlovákiai Vasművekben elsősorban a hazánkban nem látható konverteres acélgyártás és a folytatólagos előnyújtó sorral rendelkező meleg szélesszalag hengermű tanulmányozása volt eredményes. A sor egy előnyújtó bramma-állványból, 5 HV előnyújtó állványból és 6 készállványból áll. A soron automatikus vastagságszabályozás nem történik. Az üzem a melegen hengerelt szalagot hidegen továbbhengerli, és kis mennyiségben lakkozva, illetve elektrolitikusan horganyozva hozza forgalomba.

Az Osztravai Bányászati és Kohászati Főiskolán az oktatás rendszere hasonló, mint a Kassai Műszaki Főiskolán. A Képlékenyalakítási Tanszéken tudományos kutatás keretében elsősorban a hengerlés alapjelenségeit vizsgálják ólommodellek segítségével. Az ólommodellekkel meghatározott eredmények alapján blokksori szúrásterveket javasoltak az üzemeknek azzal a céllal, hogy a gyakorlatban a tuskóhengerlésre megfelelő technológiát tudjanak kidolgozni, amely biztosítja a tuskók kérge alatt levő hólyagok maradéktalan összehegedését.

A Vitkovici Klement Gottwald Kohászati Üzemek kutatóintézetében elsősorban az acélok képlékenységével kapcsolatos kutatásokat végeznek. Legérdekesebb berendezésük egy részben automatizált melegcsavarógép. A csavarási számot különböző sebességek mellett tudják meghatározni. Ezen túlmenően melegszakítással, gyors melegzömítéssel és meleghajlítással végeznek vizsgálatokat. Kiadtak egy atlaszt, amely tartalmazza a szabványos csehszlovák acélokon mért összes eredményt.

A képlékenységi vizsgálatokat felhasználják üzemi problémák megoldására is, elsősorban a szennyező elemek és a dezoxidáció hatását vizsgálják az alakíthatóságra.

A Klement Gottwald Kohászati Üzemek szabadalakító kovácsoló gyára a legnagyobb ilyen üzem Csehszlovákiában. A számos, részben régi típusú kalapács és manipulátor tanulmányozása mellett jelentős volt egy olyan berendezés megismerése, amely kovácsolt és előmunkált hideghengerműi hengerek indukciós edzésére szolgál.

Ugyancsak a Klement Gottwald Kohászati Üzemek kutatóintézetében nyílt lehetőség arra, hogy tanulmányozzam a csehszlovák kohászati üzemekben legtöbb mérést végrehajtó csoport munkáját és berendezéseit.

A Klemeet Gottwald Kohászati Üzemben található Közép-Európa legnagyobb, 12 000 tonnás hidraulikus sajtója. Az üzem rendelkezik egy csehszlovák gyártmányú korszerű drótsorral. A legérdekesebb az üzem csőgyárának megtekintése volt, itt tanulmányozhattam a Stiefel-féle csőgyártást. A berendezésben két lyukasztó állványt, automatikus hengersort és redukálósort láthattam.

A Trineci kohászati üzemekben két blokksort, egy folytatólagos bugasort, és legérdekesebb berendezésként egy Kocks-gyártmányú dróthengerlő blokkot tanulmányozhattam. A dróthengerlő blokkból a kifutó anyag sebessége 38 méter/sec-ig növekedhet.

A cég úgy tervezte a berendezést, hogy 5 mm-es drótot is lehessen hengerelni. Ezt a méretet azonban nem sikerült üzembiztosan előállítani, a legvékonyabb hengerelhető átmérő 6 mm. Igen érdekes profilköszörűkkel rendelkezik az üzem az alakító görgők megmunkálására.

A Prágai Vasipari Kutató Intézetben kísérleti kvartóállványt, valamint 20 hengeres kísérleti hengerállványt láttam. A Sendzimir állvány munkahengerei 8 mm átmérőjűek, velük 7 mikron vastagságú szalag hengerelhető. A berendezéssel nemcsak alapkutatásokat végeznek, hanem kis tételekben az elektrotechnikai ipar számára termelnek is. Ebben az intézetben tervezték azt a melegcsavarógépet, amellyel az acélok képlékenysége kényelmesen vizsgálható.

A Decini Fémkohászati Üzemekben elsősorban alumínium sajtolásával foglalkoznak. Tanulmányozható volt néhány érdekes profil sajtolásához használt kamrás szerszám, valamint néhány olyan megoldás, amellyel az alumínium rúdsajtolás teljesítménye növelhető.

Összefoglalva megállapítható, hogy a Kassai Műszaki Főiskola Alakítástechnológiai Tanszéke lehetővé tette néhány olyan üzem és intézmény igen eredményes tanulmányozását, amelyekben a termelő és kísérleti egységek részben olyanok voltak, amelyek munkája Magyarországon — ilyen berendezések híjában — nem tanulmányozható.

Valamennyi intézmény szakembereinek az volt a véleménye, hogy a megfelelő magyar és csehszlovák intézmények között érdemes lenne szorosabb közvetlen kapcsolatot kiépíteni.

Rédei András

Anyagvizsgálati hírek

A lézer a tiszta levegőért

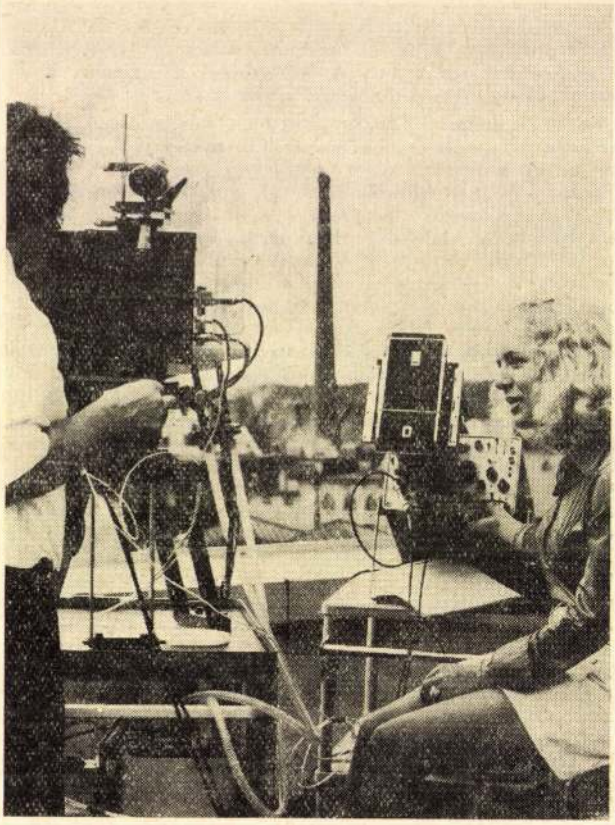
Miközben a technika manapság soktekintetben még kamaszkorát éli, és melléktermékeivel, hulladékanyagaival eget-földet ellep, az elektrotechnika egyre inkább a tisztább környezethez vezető út előkészítői közé tartozik. A villamos energiaforrás melléktermék nélküli üzemmódjával tűnik ki, és emellett szabályozó- és mérőberendezéseivel a szilárd, folyékony és légnemű hulladék anyagok elégetésében és redukálásában is részt vesz.

Ott, ahol az égre felszálló füst elkerülhetetlen, megnövekszik a levegő szennyeződése. A Siemens Kutató Laboratóriumaiban olyan berendezést fejlesztettek ki, melylyel a több kilométer távolságra levő füstfelhő helye és kiterjedése mérhető. A berendezés valójában egy óriás impulzuslézer, melynek a tájolandó füstfelhőről visszaverődő nagy csúcsteljesítményű fényimpulzusait fotodiódával felfogják. A berendezést éjjel-nappal működő kiértékelő műszer egészíti ki.

A tiszta levegőért folyó harcban alapvető feladat a szennyeződés helyének megállapítása. A Siemens kutatómérnökeinek megoldása azon alapul, hogy a korom- és porszerű lebegő részecskékre eső sugárzás olyan intenzitással verődik vissza, mely arányos a visszaverő részecskék térbeli sűrűségével és a rájuk eső sugárzás eredeti erősségével.

A *Neodyn* óriás-impulzuslézer kibocsátotta lézersugár (melynek hullámhossza 1,06 μ, az impulzus keletkezési ideje 20 ns, csúcsteljesítménye 1 MW) a betájolandó füst- és porfelhőről „visszhang"-ként visszaverődik, és ezt a sugárzást fogják fel fényerősítő objektívvel összekapcsolt germánium fotodiódával. A továbbiakban a kiértékelés oszcillográffal történik; a felrajzolt visszhang impulzus adatokat szolgáltat a levegőt szennyező anyagok távolságáról és sűrűségéről.

A műszer nemcsak füstfelhő vizsgálatára alkalmas. Végezhetők olyan mérések is, melyek a légköri zavarokról, és a látási viszonyokról adnak felvilágosítást. Ehhez egészen egyszerűen néhány száz méter kiterjedésű légtömeg háttérsugárzását kell mérni. Ebből az is következik, hogy ezentúl már nemcsak álom a levegő szennyezőinek minőségi elemzése lézersugár segítségével. Erre a célra olyan berendezés szükséges, melyen változtatható és kívánt értékre beállítható a kibocsátott fény hullámhossza. Ilyen berendezéssel például a kipufogógáz felhők útiránya és összetétele is meghatározható. (BB)



Füstfelhő helyének meghatározása óriás-impulzuslézerrel. A kép baloldalán a lézer, jobb oldalán a jelfogó berendezések láthatók

Siemens sajtótájékoztató
1 309 d — BR

Műszaki és gazdasági hírek

Hulladékaprítás Belgiumban mélyhűtéssel

A Liege-i George et Cie cég és a Klöckner egy új, az aprítandó hulladék folyékony oxigénben való mélyhűtésén alapuló hulladékelőkészítő eljárást fejlesztett ki, melyet egy 5 t/óra kapacitású kísérleti berendezésben már ki is próbáltak.

Az eljárás időközben nevet is kapott: „Inch-Scrap" eljárás.

Az eljárás azon alapszik, hogy a főként használt karosszériából pakettált hulladékot egy mélyhűtő-alagútban folyékony oxigénbe mártják, amely így kb. —100 °C-ra hűl le, és ezután egy speciális törőműben apró darabokra törik, majd a nemvas alkatrészektől egy mágneses szeparáló berendezésben választják el.

A berendezés legfontosabb része egy kb. 30 m hosszú alagút, amelyen áthalad a hulladék-pakett. Csak az alagút közepén merül a pakett a folyékony oxigénbe, így az elgőzölgő oxigén hatására intenzív elő-, ill. utóhűtés érhető el. A hűtés következtében a hulladék annyira ridegtörővé válik, hogy már viszonylag csekély erőkifejtés hatására is apró darabokra törik szét.

Első pillanatra ellentmondásnak tűnik, hogy a hulladékot először pakettálják és csak azután aprítják. De ha meggondoljuk, hogy a használt karosszériák szállítása pakettált állapotban jóval könnyebb és olcsóbb, sőt a kisebb paketteknek az alacsony hőmérsékletre való lehűtése is könnyebb, mint a terjedelmes — és ezért nagyobb mélyhűtő-alagutat igénylő — hulladéké, máris kiderül, hogy az eljárás így a leggazdaságosabb.

A kísérleti berendezésben nyert tapasztalatok alapján még ez évben üzembe helyeznek Liegeben egy 15—20 t/óra kapacitású berendezést. (P)

Metall, 1971. ápr.

*

Szovjet kohászati berendezések Egyiptomnak

A dnyepropetrovszki Babuskin-művek nagyolvasztó szerkezeti részeket, folyamatos öntőművet és LD-konvertert szállít az egyiptomi Heluán acélművének. Az 1033 m³-es új nagyolvasztó 800 000 t/év kapacitású. (P)

Metall Bulletin No. 5581.

*

Új acélfajta a hajóépítésben

A Nippon Kokan egy újfajta, kitűnően hegeszthető, alacsonyötvözésű acélt fejlesztett ki, amely 2—3-szor jobban ellenáll a tengervíz korróziós hatásának, mint a hagyományos szénacél. Az új acél foszfort egyáltalán nem tartalmaz, amely pedig rendszerint az alacsonyötvözésű acélok korrózióállóságát javítja, s a szívósságot, hegeszthetőséget rontja. A foszfor hiánya jelentősen megnöveli a szilárdságot. Az új acélból a hajóépítéshez szükséges lemezeket fogják gyártani. (P)

Ingenieur Digest, 1971. ápr.

*

A világ legnagyobb LD-konvertere Japánban

A Kavasaki Heavy Industries szállítja a Nippon Steel Corp-nak a világ legnagyobb konverterét. A konverter átmérője 8,2 m, magassága 12,5 m, súlya 300 t. Egy munkafolyamatban 300 t acélt állít elő. Szó van arról, hogy 1972 januárjáig még egy ugyanilyen 300 t-ás LD-konvertert helyeznek üzembe. (P)

Montan, Nr 106/1971.

*

A ferroötvözet és a varratnélküli csőgyártás fejlődése Jugoszláviában

A Tetovo melletti jegunovci ötvözetgyár jelenleg modernizálja berendezéseit, s így már az év végén kb. 30 000 t ferrokrómot és 15 600 t ferroszilíciumot fog gyártani, lényegesen többet, mint korábban.

A sisaki vas- és acélkombinát varratnélküli csőtermelése a most folyó rekonstrukció befejezésével a jelenlegi 165 000 t/év-ről 250 000 t/év-re fog növekedni. Egyébként a kombinát nyersvas termelése is emelkedik, 296 000 t/évről 400 000 t/év-re. (P)

Montan Nr. 66/1971.

*

Új hengermű Olaszországban

Az Italsider tarantói üzemében egy új, 5 állványos hidegszalaghengermű kezdte meg működését ez év januárjában. A jelenlegi termelés 500 000 t/év, de az üzem 1 millió t/év kapacitásra bővíthető. A végső hengerlési sebesség 1700 m/perc. A hengermű teljesen automatizált, komputerek vezérlik a coils előkészítést, az állványok mindenkori sebességét, a szúrások mértékét és a szélesedést, a befűzési és lecsévélési sebességet, a vastagságellenőrzést.

Egyébként az olasz kormány jóváhagyta az Italsider fejlesztési tervét, amelyben többek között szerepel egy új, 5 millió t/év kapacitású acélmű Calabriában (Gioia Tauroban) való felépítése, továbbá Tarantó felfejlesztése 10,5 millió t/év kapacitásra. (P)

Metall Bulletin No. 5583.

*

A csehszlovákiai csőhengerlés fejlesztése

A chomutovi-acélmű folytatja a csőhengermű fejlesztését és specializálását, s az elképzelések szerint a hengermű rövidesen Európa legnagyobb varratnélküli csöveket gyártó üzeme lesz.

A hengermű 4—720 mm belső átmérőjű és néhány század mm-től több centiméterig terjedő falvastagságú csöveket gyárt. A termelés nagy részét exportálják. Például a Szovjetunió tavaly 200 000 t nagyátmérőjű csövet vásárolt. Az ez évben már termelő DEMAG-folyamatos öntőmű üzembehelyezésével a hengermű 325 000 t/év csövet gyárt. Az eddig gyártott 12 m-es csőhosszúságot 14 m-re növelték.

Egy másik üzemegységben tavaly 3 új csőhegesztősort helyeztek üzembe, így ennek az üzemnek a kapacitása 20—22 000 t/év-re nőtt. Ez évben fejeződik be a hegesztett csövek precíziós húzóművének építése.

A podbrezovai üzemben megkezdte a termelést egy 15 000 t/év kapacitású, kis átmérőjű, varratnélküli csövek húzására alkalmas berendezés, így a jövőben ezen csövek importja megszűnik. (P)

Montan Nr. 83/1971.

*

Új kohászati beruházások Jugoszláviában

A smederevoi acélmű a szélesszalag hengermű üzembeállítása után új spirálcsőgyártó üzem építését tervezi a szerbiai Urosevacon. A 8 millió $ beruházási összegű üzem építésében a nyugatnémet ATH cég is közreműködik. A megvalósítás négy lépcsőben történik. Az üzem 1971-ben 25 000 t/év kapacitással indul és 1976-ra 100 000 t/év-re fut fel. A sisaki és kumanovói csőgyárak mellett ez lesz Jugoszlávia harmadik ilyen üzeme.

Az angol Redman—Heenan cég új profilhajlító hengersort szállított a skopjei acélműbe. A berendezésen 15 t tekercssúlyú, 0,6—2,5 mm vastagságú kiinduló szalagból különböző profilokat lehet hajlítani.

A zenicai vasműben üzembehelyezték az 1 millió t/év kapacitású zsugorítóművet. A gyár korszerűsítési programja 1974-ben fejeződik be, ekkor a nyersvastermelés 2,5 millió t/év lesz.

Jugoszlávia új vasmű építését is tervezi Prijedor közelében. Az évi 2 millió t nyersvas kapacitású üzem építése 1974-ben kezdődik és 1978-ban fejeződik be. Az ércellátást a Marskoban nemrég felfedezett és 300 millió t-ra becsült vasérclelőhelyről biztosítják. (P)

Metall Bulletin No. 5575, 5595, 5600.
Montan Nr. 130/71.

*

Új mini-acélmű Párizs mellett

Négy francia vállalat — a Forges et Laminoirs de Breteuil, az Usines Metallurgiques de Saint Eloy, a Forges et Laminoirs de Bretagne és az Experton—Revollier — egy hulladékbázisú mini-acélmű felépítését tervezi a Párizs melletti Bonnieresben, melynek hengerműve elsősorban betonacélt fog gyártani. (P)

Metall Bulletin No. 5598.

*

A vaskohászat fejlődése Törökországban

A török Eregli-acélmű termelése jelentősen megnövekedett, az 1969-es 386 et-ról 503 et-ra nőtt az acéltermelés 1970-ben. A fejlesztési elképzelések szerint az acélmű kapacitása 1972-re megkétszereződik. (P)

Metall Bulletin No. 5585.

*

Új ESR-berendezés Svédországban

A svéd Avesta Jernwerk ez év január végén helyezte üzembe az új elektron-salakos raffináló (ESR) egységét, amellyel rozsdamentes durva-, közép- és finomlemezek anyagait készíti. A Szovjetunióból importált és Nyugat-Európa legnagyobb ilyen berendezésének kapacitása 5—6000 t/év. Az Avesta szerint a cég teljes termékválasztékát ilyen acélból gyártott lemezek alkotják. A lemezek jól használhatók a hidegalakítás (mélyhúzás, domborítás) és a nukleáris ipar területén. (P)

Metall Bulletin No. 5585.

*

Gerenda-hengermű és univerzál-hengermű Dél-Afrikában

A dél-afrikai Iscor-cég gerenda-hengerművet rendelt a Schloemann-tól pretoriai üzemébe. A hengermű max. 600 mm gerincmagasságú és 400 mm talpszélességű tartókat gyárt, de egyéb profilok és lapostermékek is előállíthatók. Az 1973-ban elkészülő üzem egy durva hengersorból, egy univerzál középsorból, a gerenda-készsorból és egyéb profilsorból fog állni.

A cég továbbá univerzal durvasort (hat kikészítő állvány, két tekercselő) rendelt a japán Mitsubishi cégtől a vanderbijl-parki üzeme részére. A hengermű 2,3 millió t/év kapacitású lesz, s termékeit a dél-afrikai autógyár dolgozza fel. Üzembelépés: 1973/74-ben. (P)

Metall Bulletin No. 5587, 5579.

*

Folyamatos öntőmű Spanyolországban

A Sidernaval SA, Bilbao (50% Demag, 50% Astilleros Espanoles érdekeltség) egy 36 000 t/év kapacitású, 80 × 80 és 120 × 120 mm szelvényű buga előállítására alkalmas Demag-rendszerű folyamatos öntőművet vásárolt az Acerzias y Forjas de Azcoitia-tól. Az öntőmű jövőre indul be és kereskedelmi, valamint ötvözött acélokat fog gyártani. (P)

Metall Bulletin No. 5600.

*

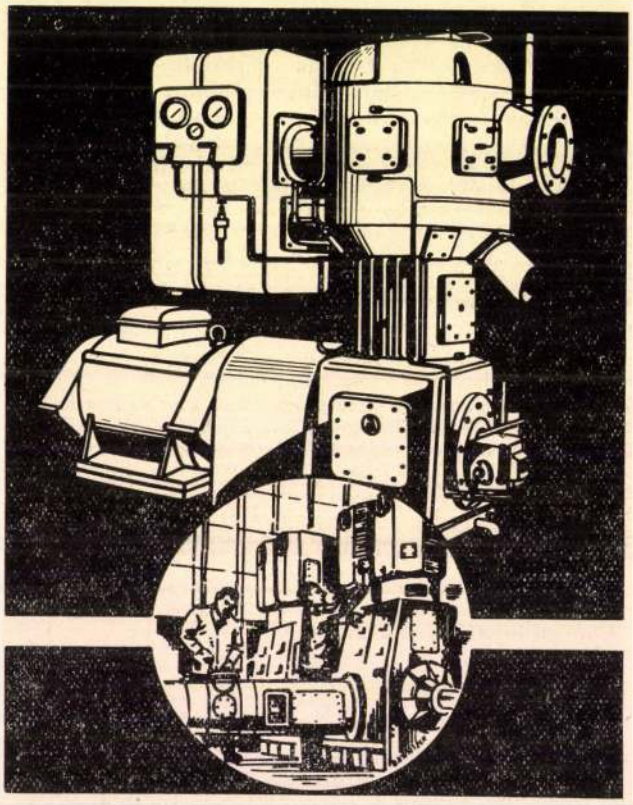
Óriási spirálcsőhegesztő berendezés

A hamburgi Blohm et Voss AG. új spirálcsőhegesztő berendezést fejlesztett ki, amely 8—12 m átmérőjű, 19 t súlyú csövek készítésére alkalmas. A kiinduló lemezméretek: szélesség 3—3400 mm, hosszúság 16 m, vastagság 15—25,4 mm. A berendezés összsúlya 1500 t, hossza 260 m, legnagyobb magassága 8,5 m. A cég ilyen berendezést szállít a Szovjetuniónak. (P)

Stahl und Eisen 1971. máj.

DUGATTYÚS KOMPRESSZOROK

Világszerte kipróbált és megbízhatónak elismert dugattyús kompresszoraink egyaránt alkalmazhatók levegő és technikai gázok sűrítésénél.
Kompresszoraink szerkezeti felépítése biztosítja a legjobb használati érték paramétereket.
Több típusban készülnek:
álló elrendezésben,
megadott szögben elrendezett
és kettős felépítésű kivitelben.
Alkalmazási területük:
préslégegységeknél, védőgáz-, reformáló, illetve bután-diol-berendezéseknél; paraffin-, metanol- és zsíramin-; dieselüzemanyaggal működő, hidroaffinációs, levegőbontó és argon-berendezéseknél; hidrogénsűrítésnél stb.
Termelési teljesítményük: 80—5000 m³/óra, végnyomás: 8—326 kp/cm².
A dugyattyús kompresszorok nagy biztonsággal oldják meg a legkülönbözőbb sűrítési feladatokat, nagy eredménnyel alkalmazzák azokat külföldön is.
Forduljon bizalommal hozzánk, bizonyos, hogy tanácsaink segítségére lesznek bármilyen sűrítési problémájának megoldásában.



VEB Zwickauer Maschinenfabrik
a VEB Kombinat Pumpen
und Verdichter üzeme,
DDR — 95 — Zwickau/Sa.
Reichenbacher Strasse 25—27.
Német Demokratikus Köztárs.

Exportálja a
TECHNOCOMMERZ GmbH
DDR — 108 Berlin,
Johannes Dieckmann Strasse 4—6.
Német Demokratikus Köztársaság

Külképviselet
az NDK Magyarországi Nagykövetsége
HPA TKB Technokommerz
Budapest VI., Benczúr u. 26.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

Fémkróm előállítása elektrolízissel krómtimsós és krómsavas elektrolitból

Dr. FEKETE LÁSZLÓ okl. kohómérnök, műsz. tud. kandidátusa — BŐDI DEZSŐ okl. kohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 669.26 : 669.713.6 : 62 + 669 + 061.6(439.151)

A Fémipari Kutató Intézetben elvégzett nagylaboratóriumi kísérletek tanúsága szerint a fémkróm elektrolitikus előállítása krómtimsós oldatból apparatív szempontból bonyolultabb, műveleti szempontból pedig sokkal érzékenyebb, mint krómsav oldatból kiindulva. A fém is szennyezettebb.

A krómsavas technológia szerint félüzemi méretben előállított 220 kg elektrolitkróm 99,9%-os tisztaságú. Az egyenáramú fajlagos energiafogyasztás 63 kWó/kg volt.

Az erősáramú elektrotechnikai iparnak szüksége van nagyszilárdságú, magasabb hőmérsékletet is álló, jó vezetőképességgel rendelkező rézötvözetekre a kollektorszegmensek, kontaktusok stb. gyártásához.

Az előzetes vizsgálatok azt eredményezték, hogy a megszabott követelményeknek leginkább az igen tiszta alapfémekből készített krómbronzok felelnek meg.

A réz szükséges tisztasága hazai körülmények között is biztosítható volt, azonban megfelelő tisztaságú krómfémet ez idő szerint tőkés importból kellett fedeznünk.

A *Csepeli Fémmű* kezdeményezésére a *Fémipari Kutató Intnézetben* kutatást indítottunk annak kérdésnek tisztázására, hogy a megkívánt tisztaságú fémkróm előállítható-e demokratikus országok anyagbázisára támaszkodó hazai gyártással, és hogy ez a gyártás gazdaságosnak igérkezik-e.

Minthogy a króm kinyerését célzó ipari eljárások közül az elektrolízis szolgáltatja a legtisztább terméket, vizsgálatainkat erre a területre koncentráltuk.

Irodalmi adatok szerint a króm elektrolitos leválasztása üzemszerűen vagy krómtimsós, vagy pedig krómsavas elektrolitból valósítható meg.

A krómtimsós oldatban a króm három vegyértékű a krómsavasban viszont hat vegyértékű alakban van jelen, tehát krómsavas oldatból a leválasztás villamosenergiaszükséglete elméletileg kétszer akkora, mint a krómtimsós elektrolízisé. Tekintettel a hazai villamosenergia viszonylag magas árára, első megközelítésben a krómtimsós elektrolízis látszott előnyösebbnek annak ellenére, hogy ez a technológia apparativ szempontból (diafragmás kád) bonyolultabb, műveleti szempontból pedig sokkal érzékenyebb (pH szabályozás, a katolit védelme a levegő oxidáló hatásától stb.) a másik eljárásnál.

Ezt a megítélést a nyersanyaghelyzet is alátámasztotta, mivel a *Metallochemia Vállalatnál* már folyt a *Szovjetunióból* importált ferrokróm felhasználásával az ammóniumkrómtimsó üzemszerű gyártása, míg a krómsav csak importból szerezhető be.

A fentiek alapján úgy döntöttünk, hogy először a krómtimsós elektrolízissel foglalkozunk. Tekintettel arra, hogy a kísérletek nem igazolták a krómtimsós eljárás meghirdetett előnyeit, később áttértünk a krómsavas technológia vizsgálatára is.

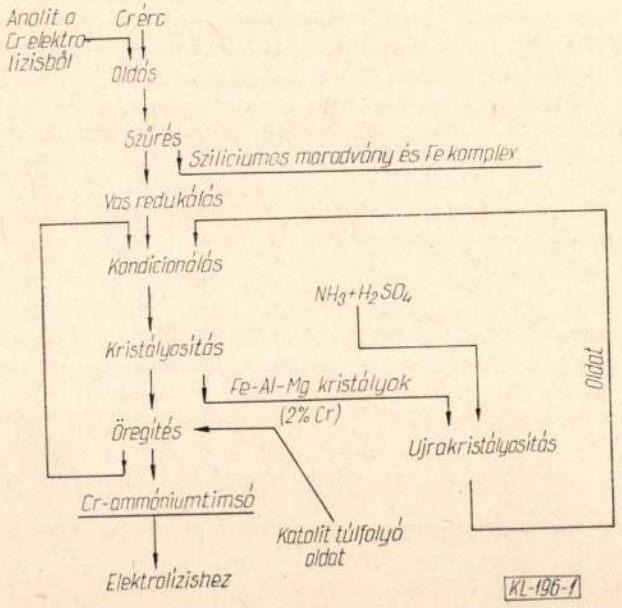
Fémkróm előállítás krómtimsós elektrolitból

A krómtimsós elektrolízist az *U. S. Bureau of Mines* fejlesztette ki. A kísérleti eredmények alapján kísérleti üzemet is építettek, amelyben mintegy 15 t fémet állítottak elő [1].

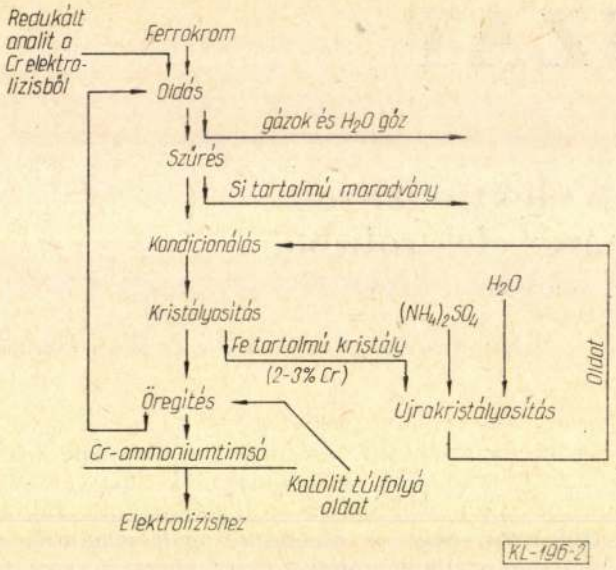
Az elektrolizáló kádba betáplált oldat tiszta krómammóniumtimsó és meghatározott mennyiségű ammóniumszulfát vizes oldata.

A következőkben először a krómtimsó gyártásának lehetőségeit, majd a kádba beadagolt ún. tápoldat elkészítésének előírásait, végül pedig az elektrolizáló kádat és az elektrolízis paramétereit ismertetjük. A krómammóniumtimsó, $NH_4Cr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ gyártható közvetlenül krómércből, ferrokrómból, végül pedig nátriumkromátból.

Az első esetben a kiinduló anyag 38—48% Cr_2O_3-at tartalmazó érc vagy koncentrátum. Az amerikai üzemben 40% Cr_2O_3-at tartalmazó ércet dolgoztak fel. A gyártás fontosabb lépései az *1.*



1. ábra. Elektrolitkróm előállítása krómércből kiindulva



2. ábra. Elektrolitkróm előállítása ferrokrómból kiindulva

ábrán láthatók. Az eljárásnak igen lényeges része az oldás krómsavas-kénsavas anolittal, amelyet saválló téglával bélelt különleges saválló keverővel ellátott autoklávban végeznek 130—170 °C-on 16—20 órán át. E hosszú ideig tartó művelet tehát különleges berendezést igényel.

A króm-ammóniumtimsónak kétféle módosulata van: a lila és a zöld [3]. A közönséges hőmérsékleten stabil lila módosulat 70—80 °C-nál zöldbe megy át. A lila kristályosítható, a zöld nem. Az oldat öregítésekor a zöld módosulat addig alakul át lilává, míg a két módosulat között az egyensúly be nem áll.

Ferrokrómból való gyártás esetén a kiinduló anyag 68—70% Cr-t, 4—8% C-t tartalmaz (a többi főleg vas), amelyet csőkígyóval fűtött ólombélésű üstben való oldás előtt 20 mesh szemnagyságra őrölnek [1]. A technológia menetét a *2. ábra* tünteti fel.

A kétféle eljárást összehasonlítva megállapítható, hogy ércből kiindulva a kristályosításhoz nagyobb oldattérfogatok szükségesek és a hulladékkristályok mennyisége is nagyobb, ami a vegyszerfogyasztás növekedésével jár. Igen hátrányos továbbá érc felhasználása esetén, hogy a feltárási idő hosszú, az oldást az igen maró hatású CrO_3 jelenlétében kell végezni, ami a berendezéseket erősen igénybe veszi.

A nátriumkromátból való krómammóniumtimsó gyártásának egyik módja, hogy azt kénsavas közegben SO_2-vel redukálják, amikor nátriumszulfát és krómszulfát [2] képződik. A nátriumszulfát elválasztása után az elektrolitot úgy készítik, hogy a krómszulfát oldathoz ammóniumszulfátot adnak.

Lúgos közegben végzett redukció esetén $Cr(OH)_3$ keletkezik, amelynek kénsavval végzett oldásával és az ammóniumszulfát hozzáadásával szintén timsót nyerhetünk [3].

Bár a nátriumkromátból előállított krómammóniumtimsós oldatból a megfelelő fémleválás biztosítható volt, az eljárásnak nem tulajdonítottak nagy gyakorlati jelentőséget, mivel az elektrolízisből kikerülő véglúg körfolyamatos hasznosítását nem tette lehetővé [2].

Az elektrolizáló kádba bevezetett tápoldatot úgy készítik, hogy a krómammóniumtimsó kristályokat 70 °C-ú vízben feloldják és ilyen hőmérsékleten tartják felhasználásig.

Az *1. táblázatból* a kád tápoldat, a timsó gyártásához felhasznált anolit, továbbá a katolit átlagos összetétele olvasható ki [1].

1. táblázat

A kád tápoldat, anolit és katolit átlagos összetétele a krómtimsós eljárásnál

	Kád tápoldat, g/l	Anolit, g/l	Katolit, g/l
Cr^{3+} szulfát	500	8	64
Cr^{2+} szulfát	Ø	Ø	65
Cr^{6+} szulfát	Ø	39	Ø
$(NH_4)_2SO_4$	168	70	350
H_2SO_4	—	290	—
Fajsúly 60 °C-on	1,45	1,245	1,255

A tápoldat Cr koncentrációja 131 g/l, amely 1200 g/l krómammóniumtimsónak felel meg.

Az elektrolízisre igen rossz hatással vannak a tápoldatban lévő szennyezőfémek, ezért azok mennyiségét a lehető legkisebb értéken kell tartani. A *Pb*, *Ni*, *Mg* csökkenti az áramhatásfokot. A *Pb* ezenkívül — mint az egyéb nehézfémek — fekete, a *Mg* pedig oxidtartalmú fémlevását okoz. [4]. Az előbbi megengedett határértéke az elektrolitban 2 mg/l, az utóbbié 50 mg/l. Mivel a *Fe* hamarabb leválik, mint a *Cr*, szennyezi a levált fémet és keményebbé teszi azt. Az *Al* hólyagos fémkiválást okoz [1]. *Ti* és *V* jelenlétében a *Pb* és *Ni* káros hatása fokozódik. A *Mo* és *Si* hatását nem ismerik.

A krómtimsós oldatból történő elektrolízis során az oldatban lévő Cr^{3+} ionok egy részének előbb Cr^{2+}-vé kell redukálódniok a katódon, mivel a fémleválás a Cr^{2+} ionok további redukciójával kapcsolatos. Az anód közelében viszont a Cr^{3+} ionok Cr^{6+} fokozatig oxidálódnak. A Cr^{6+} és Cr^{2+} ionok egyidejűleg nem lehetnek jelen ugyanabban az oldatban, mivel ezek Cr^{3+} ionok keletkezése közben reagálnak egymással. Ebből következik, hogy a krómtimsós elektrolízis csak diafragmával ellátott kádban valósítható meg olyan technológiai fogások alkalmazásával, amelyek kizárják, de legalább is erősen csökkentik a katolitban levő Cr^{2+} ionok visszaoxidálását. Mivel ez az oxidáció már a katolitnak a levegővel való érintkezése révén is bekövetkezik, a katolit felszínét sűrű habréteggel kell lefedni a művelet alatt. A hab a kádban képződik elektrolizis közben az oldatba adagolt habképző anyag (goulac, zsíralkoholszulfonát) és a katódon fejlődött hidrogén hatására.

A tápoldatot a katódtérbe adagolják olyan ütemben, hogy a katolit koncentrációja állandó maradjon. A fölös oldat a katódtérből a diafragmán át jut az anódtérbe, ahonnan egy túlfolyón keresztül távozik.

Az üzemi elektrolízis főbb jellemző adatait a *2. táblázat* foglalja össze.

2. táblázat

Az üzemi elektrolízis főbb jellemző adatai

Egy katód bemerülő felülete	70 dm^2
Katód anyaga	Saválló acél vagy Al
Katodikus áramsűrűség	7,2 A/dm^2
Áramhatásfok	60%
Kádfeszültség	4,2—4,3 V
Fajlagos energiafogyasztás (a kádban)	11 kWó/kg fém
Hőmérséklet	58—60 °C
Leválasztás időtartama	96 óra
Adalék	0,03 g goulac tápoldat/l
Anód anyaga	Pb ötvözet

A kád üzeménél ellenőrzendő, ill. szabályozással beállítandó paraméterek a fontosság sorrendjében: pH, hőmérséklet, a katolit áramoltatásának mértéke, áramsűrűség, katódfelület előkészítése, krómkoncentráció, ammóniumszulfát koncentráció, a katolitban levő Cr^{2+} és Cr^{3+} ionok mennyiségének viszonya.

A katolit optimális pH-ja, valamint az elektrolízis áramhatásfoka azonos körülmények között a katolit hőmérsékletétől függ.

A 7,2 A/dm^2 áramsűrűséggel végzett elektrolízisre vonatkozó mérési eredményeket a *3. táblázat* foglalja össze.

3. táblázat

7,2 A/dm^2 áramsűrűséggel végzett elektrolízisre vonatkozó mérési eredmények

Katolit hőmérséklete, °C	32	40	48	56
Optimális pH	1,9	2,2	2,4	2,5
Áramhatásfok, %	46	57	61	62

Ha a katolit pH-ja 0,2 egységgel kisebb, mint az adott hőmérséklethez tartozó optimális pH értéke, a fém nem válik le. Ha vizsont a pH 0,2 egységgel nagyobb az optimális értéknél, hidroxid kieséssel kell számolni.

A katódra levált króm általában igen nagy belső feszültséggel terhelt, úgyhogy a bevonat hajlamos a repedezésre és lepattogzik a katód felületéről. A fém jobb feltapadásának biztosítása végett a saválló katód felületét homokfúvóval érdesíteni kell. A katódlemezeket a kádba való behelyezésük előtt a katolit hőmérsékletére kell felmelegíteni.

A katolit krómkoncentrációjának csökkenésével a levált fém simább lesz, de romlik a tapadása. 35 g/l krómkoncentráció alatt már az áramhatásfok is csökken. Az ammóniumszulfát koncentrációnak hasonló hatása van. A legelőnyösebb koncentráció 310—400 g/l ammóniumszulfát.

Laboratóriumi kísérletek

Kísérleteink során a *Metallochemia Vállalatnál* gyártott krómammóniumtimsóból indultunk ki.

A tápoldat készítésénél az első lépést a szennyezett timsó kristályosításos tisztítása képezte. A tisztított timsót ezután meleg vízben (80—90 °C) oldottuk úgy, hogy a *Cr* tartalom kb. 110 g/l legyen. Az így kapott tápoldatot melegen tartottuk mindaddig, amíg a kádba be nem adagoltuk.

A nyers timsó *Fe* tartalma 0,09% volt. Irodalmi adatok szerint [1] a tápoldat megengedett *Fe* tartalma 0,1—0,3 g/l, ami azt jelenti, hogy a timsó vastartalmának kb. 0,01—0,03% alatt kell lennie.

Megfelelő tisztaságú timsót a következőképpen tudtunk előállítani:

A szennyezett anyagot melegen feloldottuk (Cr kb. 44 g/l), 45 l-es műanyagkádba öntöttük és az oldat kénsavtartalmát 120—130 g/l-re, SO_2 tartalmát 0,2 g/l-re állítottuk be (utóbbit kénessav alakjában adagoltuk). Öt napi állás után a timsó kristályosodása befejeződik (annak 55%-a kristályosodik ki). Ezután a kristályokat kiszedtük, a kénsavas anyalúgot ismét felhasználtuk újabb adag szennyezett timsó oldásához, ill. kristályosításos tisztításhoz. 5—6 oldás után az anyalúg *Fe* tartalmának növekedése miatt a timsó kristályok *Fe* tartalma a kívánt határ fölé emelkedik. A kénsavas vastartalmú anyalúgot ferrokrómmal való közömbösítés után krómtimsó gyártására lehet felhasználni. Egyik kísérletünknél pl. a tisztított timsó vastartalma a következőképpen változott:

először kiszedett kristályokban ...	Fe 0,008%
másodszor kiszedett kristályokban	Fe 0,012%
ötödször kiszedett kristályokban ..	Fe 0,024%

Az elektrolízishez 10 liter befogadóképességű diafragmás elektrolizáló kádat készítettünk. A katód anyaga KOR 5 minőségű saválló acél, az anód 1% Ag-val ötvözött ólom, a diafragma mikroporózus PVC.

Az anolitot és katolitot műanyagszivattyúval egymástól függetlenül cirkuláltattuk egy-egy közbeiktatott üveghűtőn keresztül.

A tápoldatot (Fe 0,1 g/l) a katódtérbe adagoltuk, a fölösleges oldat az anódtérhez csatlakozó túlfolyón át távozott.

A katódtérbe habképző anyagként zsíralkoholszulfonátot adagoltunk. A katódon felszabaduló hidrogén dús habot képezett, amely vastag rétegben fedte be a katolit felszínét.

A PVC kád csak 40 °C oldathőmérséklet tartását tette lehetővé. Magasabb hőmérsékleten a kád falai kilágyultak és a folyadék nyomásának engedve elhajoltak. Mivel a kísérleteket 50—60 °C hőmérsékleten is le akartuk folytatni, a PVC kádat kívülről vaslemezzel burkoltuk be és szögvaskerettel merevítettük.

A fenti berendezésen az elektrolitkrómot 24%-os áramhatásfokkal állítottuk elő. A fém százalékos összetétele a következő volt:

Si	0,03	Pb	0,07
Fe	0,82	Cu	0,01
Mn	0,01	Ni	0,02
Zn	0,06		

Összesen: 1,02 + Cr 98,98 = 100,00

Meglepő volt, hogy az áramhatásfok meg sem közelítette az irodalomban jelzett 60% értéket, és hogy a tápoldat kis vastartalma ellenére a termékben viszonylag sok vasat találtunk. Minthogy a kísérleteket igen gondosan végeztük és a berendezést többször is átvizsgáltuk, ki kellett zárnunk azt

a feltételezést, hogy az oldat valamilyen módon a kísérlet közben szennyeződött volna.

A probléma megoldásához egy időközben felderített szovjet kutatási jelentés segített hozzá [3]. *Agladze* cikke szerint a *Grúz Tudományos Akadémia* egyik intézetében részletesen megvizsgálták a krómtimsós elektrolit vastartalmának szerepét, valamint az elektrolit és a katódra leválasztott króm vastartalma közötti összefüggést.

Ha a tápoldat 0,1 g/l vasat tartalmazott, a fém vastartalma 0,5% volt. Vasat csak nyomokban tartalmazó elektrolit krómot csak akkor tudtak előállítani, ha a tápoldat vastartalma kevesebb volt, mint 0,02 g/l. Nagyon érdekes volt az a megállapításuk, hogy a szép egyenletes és jól tapadó króm leválasztása csak olyan oldatból sikerült, amely 0,1—0,8 g/l vasat tartalmazott. Az ilyen körülmények között leválasztott króm 1—5% vasat tartalmazott. Teljesen vasmentes oldatból nagyon ridegen vált le a fém és lepattogzott a katódról. A cikknek fontos megállapítása volt, hogy az áramhatásfok 30% körül mozgott.

A szovjet kutatási eredmények tükrében világossá vált, hogy ha krómtimsós elektrolízissel akarunk vasmentes krómot nyerni, akkor az általunk megtisztított krómtimsó vastartalmát még egy nagyságrenddel csökkentenünk kellene. A vastartalom további leszorítása annyira bonyolítaná a technológiát, hogy a krómtimsós elektrolízisnek a krómsavashoz képest feltételezett előnyei már nem érvényesülhetnének.

Fémkróm előállítása krómsavas elektrolitból

A tárgykörrel kapcsolatos összefoglaló művek közül kiemelkedőek *M. I. Udy* [1] könyve, valamint a *Gmellin* [4] kötetek.

A galvánozó iparban a krómot vékony rétegben választják le a különböző fémtárgyak felületére krómsavas oldatból. Ez a krómbevonat készülhet az alapfém korrózió elleni védelme érdekében, vagy tisztán díszítési céllal. Vastagabb bevonatok készítése problematikus volt.

Mintegy 10 évvel ezelőtt igen intenzív kutatások indultak annak érdekében, hogy a krómsavas elektrolízist a króm fém ipari előállítására is alkalmassá tegyék. A probléma vizsgálatában kiemelkedő eredményeket értek el az alábbi szerzők: *Ferrante* [9], *Good és társai* [10], *Dale és Esmore* [11], *Ryan* [12], *Brandes és Whittaker* [13], *Rothemann és társai* [14].

A krómsavas elektrolízis egyik igen érdekes jellegzetessége, hogy tiszta krómsavoldatból nem választható le a fém. A fémleválás csak akkor indul meg, ha bizonyos mennyiségű idegen aniont juttatunk az oldatba. A leggyakrabban használt pótlék a kénsav és a különböző fluorvegyületek, de ipari szempontból a kénsav látszott előnyösebbnek.

Udy [1] összefoglalta azokat a paramétereket, amelyek a vastagabb krómrétegek leválasztását lehetővé tették.

CrO_3 az elektrolitban	250 g/l
SO_4 mint kénsav	2,5—3 g/l
fajsúly	1,175
hőmérséklet	25 °C
áramsűrűség	27 A/dm²
elektródtávolság	64 mm
kadfeszültség	5—6 V
Anódok anyaga	ólom
kádbélés	ólom

A hőmérséklet emelkedésével csökken az áramhatásfok.

A katód anyaga lehet alumínium, réz vagy nikkel. Az amerikai vélemény szerint az alumíniumkatóddal érték el a legjobb eredményeket. Az irodalomban nincs utalás arra, hogy hogyan kezelték az alumíniumkatód felületét, sem arra, hogy tiszta alumíniumot vagy ötvözetet használtak. Kísérleteinknél az acélkatód vált be.

A króm hajlamos arra, hogy erősen feltapadjon az alapfémre. A vastagabb rétegek könnyebben elválaszthatók a katódlemeztől. 3 mm-nél vastagabb rétegek a gyakorlat szerint nem készíthetők, mivel a krómréteg vastagodásával egyre nagyobb mértékűvé válik a kinövések képződése. Ezek a kinövések könnyen letöredeznek és a kád aljára hullanak le.

A krómsavas elektrolitból leválasztott fém a körülményektől függően 0,01%-tól 1%-ig terjedő oxigént és jelentős mennyiségű hidrogént tartalmazhat. A hidrogén eltávolítása könnyű, az oxigéné nehezebb. Az oxigén eltávolításának egyik módja az, hogy az elektrolitkrómot 1500—1600°C-on izzítják hidrogénben.

Az elektrolit szennyezései, *Fe*, *Mn*, *Ni*, *Ca*, *Na* növelik az oldat villamos ellenállását és így közvetve növelik a fajlagos energiafogyasztást. Az oldat a szennyezőktől nehezen tisztítható meg, tehát inkább arra kell ügyelni, hogy ezek bele se kerülhessenek az oldatba.

Új katódok berakásakor az áramhatásfok elérheti a 30%-ot is, de ez az érték hosszú időn át nem tartható. A katódon megjelenő kinövések rontják az áramhatásfokot. Gyakorlati adatok szerint 20% átlagos hatásfokkal lehet számolni.

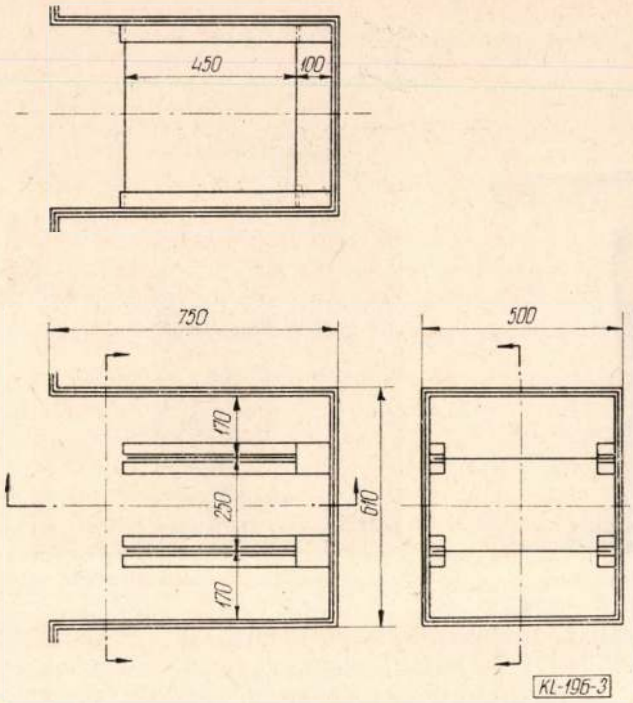
Az elektrolizáló kád egyszerű, diafragmára nincs szükség. Az elektrolízis ellenőrzése az oldat Cr- és SO_4 koncentrációjának vizsgálatára korlátozódik. Az előbbit naponta kell elemezni, az utóbbit elég csak hetenként egyszer. Az elektrolit Cr koncentrációját szilárd CrO_3 beadásával korrigáljuk naponta egyszer.

Nagylaboratóriumi méretű elektrolízis

Az elektrolízishez a *Fémipari Kutató Intézetben* rendelkezésünkre állt 4 db germániumdiódás egyenirányító, amelyek egyedenként 1000 A-határig terhelhetők, ha az egyenáramú feszültséget a maximális 20 V-ra állítjuk be (a feszültség 12 fokozatban 6—20 V-ig szabályozható). Párhuzamos kapcsolásban a terhelhetőség felső határa 800 A/egyenirányító. A kísérletek során két kádat kapcsoltunk sorba, hogy az egyenirányítóknak nagyobb feszültségen való működtetését és ezáltal a nagyobb áramfelvételt lehetővé tegyük.

Az elektrolizáló kád fő méreteit, valamint a kád belső szerkezetét a *3. ábrán* mutatjuk be.

A kád külső fala 3 mm vastag acéllemezből van, amelyet az éleken végigfutó, valamint az oldallapokon és a fenéklapon átlósan elhelyezett szögvasak merevítenek. A biztonság fokozása érdeké-



3. ábra. Az elektrolizáló kád vázlatos rajza

ben a kádat belülről ólombéléssel láttuk el, majd az ólomréteget PVC béléssel burkoltuk. A második kádnál az ólombélést elhagytuk és a vaskádat közvetlenül PVC-vel béleltük.

A galvanizáló iparban használt kádakban az oldat túlterhelésének elkerülése végett korlátozni kell az oldat térfogategységre vonatkoztatott árammennyiség értékét.

Dr. Csokán Pál [15] könyvében közölt adatok szerint hűtés nélkül üzemeltetet nyitott kádban 6 V cellafeszültség esetén 20, 50, és 80 °C munkahőmérsékletet feltételezve az oldat 1 literére vonatkoztatott amperterhelés megengedett értékei rendre 0,13; 1,0; és 1,7 A/liter. Fedett kádban a megengedett terhelés a fenti értékek fele, peremelszívással szellőztetett kádban pedig kétszerese. Ezek az adatok azt mutatják, hogy a galvánozó iparban viszonylag igen nagy méretű kádakat kell használni. Így pl. egy 2000 A felvételére alkalmas kádnak peremelszívás esetén 20 °C-on

$$\frac{2000}{0{,}26} = 7700 \text{ liter}$$

oldatot kellene tartalmaznia.

Az ipari krómelektrolízis céljára olyan kádat kell szerkeszteni, amelynek a helyigénye kisebb, ill. a fajlagos terhelhetősége sokkal nagyobb.

Ez a probléma csak hűtéssel oldható meg. Magába az elektrolizáló térbe nem lehet sok hűtőelemet beépíteni, mivel a rövidzárlat, ill. a kóbor áramnak veszélye miatt a fémes hűtő és az elektródok szélei között megfelelő távolságnak kell maradnia. Megoldás lenne az elektrolit cirkuláltatása az elektrolizáló kád és egy megfelelő hűtőteljesítménnyel rendelkező hűtőberendezés között, de problematikus az agresszív oldat szállítására alkalmas szivattyú beszerzése és külön költséget jelent az oldat állandó cirkuláltatása.

Olyan megoldást dolgoztunk ki, amely külön energiaráfordítás nélkül biztosítja az oldat cirkuláltatását a hűtőrendszer és az elektrolizáló tér között. A kád PVC bélésére a két hosszabb átellenes oldalfalra vezető léceket hegesztettünk, amelyek közé 4—5 mm vastag üveglemezeket csúsztattunk be. Az üveglemezek alsó széle és a kád feneke között 100 mm széles rés maradt. A két üvegfal a kádat három részre osztja. A középső térbe kerülnek az elektródok (3 katód és 4 anód) oly módon, hogy az elektródok síkja merőleges legyen az üvegfalakra. Az elektródok széle és az üvegfalak között csak néhány mm hézag marad. Az üvegfalakon kívül lévő terekbe kerül beépítésre a hűtőrendszer, amelyet 15 mm átmérőjű alumíniumcsőből készült rácsozatként képeztünk ki. A hűtőcsöveken belül áramlott a hűtővíz. A hűtőcsöveket kívülről saválló lakkal vontuk be. A kádban az elektrolit felső szintje 60—100 mm-rel magasabban áll üzem közben, mint az üvegfalak felső széle.

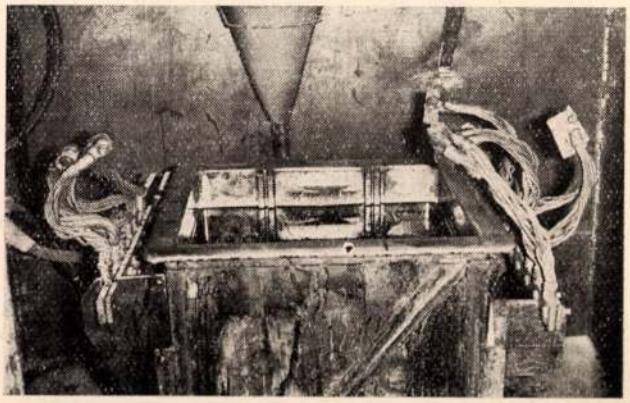
Az áram bekapcsolása után a króm leválásával egyidejűleg nagy mennyiségű hidrogén szabadul fel a katódokon. A felszálló buborékok a két üvegfal között az oldatot is felfelé irányuló mozgásra kényszerítik. Az oldat átbukik az üvegfalak fölött a hűtőtérbe, ahol lefelé áramlik a hűtőelemek között, majd a lehűlt oldat az üvegfalak alatt hagyott réseken át tér vissza alulról az elektrolizáló térbe.

A berendezés tökéletesen beváltotta a hozzá fűzött reményeket. A kádba 170 l oldatot töltve 2000 A áram áthaladása esetében is tetszés szerinti hőmérsékletet állíthattunk be pusztán a hűtővíz mennyiségének a szabályozásával.

Ez a terhelés 11,7 A/liter értéknek felel meg. A terhelhetőség felső határát nem tudtuk kimérni, mivel az árambevezető szerelvények nem tették lehetővé az átbocsátott áram további növelését. Ipari megvalósítás esetén a hűtőket a *Zománcipari Művek* (Lampart) által kidolgozott üvegzománccal lesz célszerű bevonni.

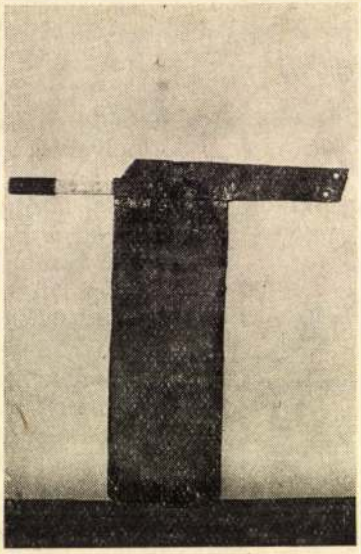
A *4. ábra* a kádat mutatja be az elszívófej levétele után.

A hátsó falon látszanak az üvegfal vezetésére szolgáló lécek. A kád két oldalán bakelitből készült tartók támasztják fel a vörösrézből készült áramvezető síneket, amelyekről flexibilis kábeleken jut az áram az elektródokhoz. A flexibilis kábelek

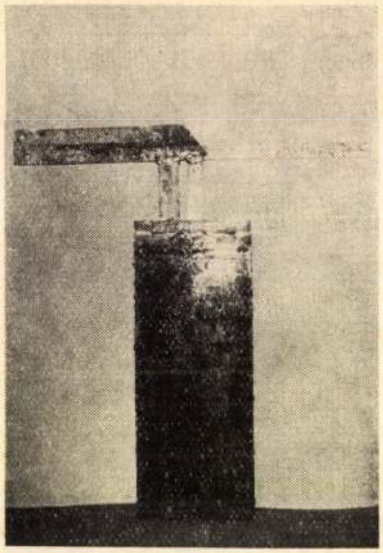


4. ábra. A kád az elszívófej levétele után

5. ábra. A kádat lefedő elszívófej



6. ábra. Az ólomanód



7. ábra. Az alumíniumkatód

végén saruk vannak, amelyeket anyás csavarral szorítunk az elektródák füleihez.

Az *5. ábra* a kádat lefedő elszívófejet mutatja be alulról.

Az elszívófejet PVC-ből készítettük. Az ábra felső részén látható cső csatlakozik a ciklonhoz. A kád felől a levegő a kétoldalt végigfutó szívószekrény belső alsó éle mentén kiképzett réseken lép a szekrénybe. A szekrény feneke a rések felé lejt, hogy a kondenzált folyadék visszacsurogjon a kádba.

A *6. ábrán* az ólom anód, a *7. ábrán* pedig az alumíniumkatód látható.

Az alumíniumkatód két külső felületét borítottuk cserélhető KOR 6 saválló acéllemezekkel.

A *8. ábrán* az összeszerelt kádat láthatjuk felülnézetben.

Az elektródokat a szívószekrény szélén kiemelkedő lécek tartják.

A *9. ábrán* azt mutatjuk be, hogy hogyan oldják meg a csavarkötést a katódcsere előtt. A háttérben látható az elszívófejhez csatlakozó ciklon, valamint a műanyagból készült elszívó ventillátor.

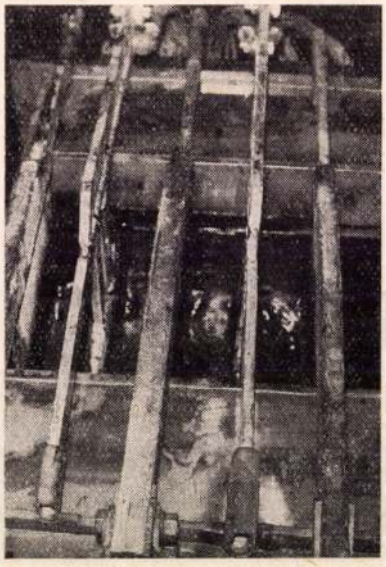
Az elszívás kifogástalan volt, a nyitott munkatérből gőzök nem léphettek ki a környező légtérbe.

Technológia leírása

Legfontosabb lépések az elektrolit elkészítése és ellenőrzése, a katód elkészítése és az elektrólízis.

A kb. 170 l befogadóképességű kádba betöltött oldat 250—300 g/l CrO_3-at és 2,5—3 g/l H_2SO_4-et tartalmazott. Ezt úgy készítettük, hogy a szükséges mennyiségű kristályos CrO_3-at vízben feloldottuk, majd hozzáadtuk a cc. H_2SO_4-et. Elektrolízis közben a Cr tartalmat naponként elemeztük és ennek alapján számoltuk ki a pótlandó mennyiséget, mit szintén naponként, szilárd alakban adagoltunk be a kádba. A kénsavat hetenként ellenőriztük és szükség esetén cc. H_2SO_4 alakban pótoltuk.

A kissé domború alumíniumkatódtest két oldalára felfekvő (lásd 7. ábrán) KOR 6-os minőségű



8. ábra. Az összeszerelt kád felülnézetben

9. ábra. A kád a ciklonnal és az elszívóventillátorral

saválló acéllemez közvetlen a hosszanti széleinél több helyen ki van lyukasztva. Ennek felerősítése a katódtestre a lyukakon átfűzött alumíniumdróttal történt.

Közvetlenül az acélkatódra leválasztott króm annyira tapad, hogy azt nem lehet a katódról leszedni. Ezt a problémát úgy oldottuk meg, hogy a katód felületén a fém tapadását gátló bevonatot létesítettünk. 10—15 g zselatint és 2 g K- vagy Na-bikromátot 100 ml meleg vízben feloldottunk, a katódfelületre felkentük és infravörös égő alatt kiszárítottuk. Újabb réteg felkenése után a felületet ismét kiszárítottuk. Az előbbi mennyiség 4 db katódnak 2—2 réteggel való bevonására elegendő. Ezután a katódot kvarclámpa alá helyeztük, és mindkét oldalt 0,5—0,5 óra hosszáig kvarcoltuk. Az előbbi műveletet a fém leszedése után mindig meg kell ismételni. Ekkor meg kell vizsgálni azt is, hogy az acélkatódokat az alumíniumkatódtesthez szorító alumíniumdrótok nem sérültek-e meg. Ha igen, újjal kell pótolni azokat.

Mint már az előzőekben leírtuk, az elektrolizáló kádban 3 db katód és 3 db ólomanód van elhelyezve. A katód 600×240 mm, ebből a nedvesített felület mérete 500×240 mm (12 dm^2). Alsó széle a kád aljától számítva 150 mm-re, az üveglap alsó szegélyétől pedig 50 mm-re végződik. Az anód elhelyezkedése és nedvesített felületének mérete hasonló.

Az elektrolízis során a kádfeszültség 6,7 V körül, az áramsűrűség 31—35 A/dm^2 között volt. A kádban levő elektrolit hőmérsékletét adott villamosteljesítmény felvétel mellett a hűtővíz mennyiségének változtatásával állíthatjuk be. A kád korábban ismertetett konstrukciója lehetővé teszi a fürdő erőteljes áramlását az elektród és hűtőtér közötti részben, ami nemcsak a hűtés szempontjából előnyös, hanem a koncentráció kiegyenlítése szempontjából is. Ennek köszönhető, hogy az előbbi terhelési viszonyok mellett 20—25 °C kádhőmérsékletet is elérhettünk. A hőmérséklet növelésével az áramhatásfok csökken, a fém fényesebb lesz és kevésbé rideg. Az utóbbi miatt a fém leszedése nehezebb, jobban tapad a katódra. 20—25 °C hőmérséklet mellett a króm jól leszedhető. Ilyen viszonyok között az elektrolízis előrehaladásával a levált fém felületén kisebb repedések keletkeznek és 24 óra múlva kezd elválni az acélkatódtól. Ezért a katódot naponta ki kell cserélni, mert az a veszély áll fenn, hogy a fém rövidrezárja az anódot és a katódot, másrészt az elválás helyén a friss, krómzselatin nélküli acélfelületen a króm annyira tapad, hogy onnan mechanikus úton nem lehet eltávolítani. A katódok cseréjét egymásután árammegszakítás nélkül végeztük. A régi kiszedése úgy történt, hogy először a flexibilis áramcsatlakozást oldottuk, majd kiemeltük a fürdőből, és mosókádba tettük. Ezután behelyeztük az új előkészített katódot és hozzá kapcsoltuk a flexibilis áramcsatlakozót. Két készlet katóddal rendelkeztünk, az egyik készletet a már ismertetett módon egy nappal korábban előkészítettük.

A kádból kiemelt és lemosott katódról a fém nagy részét a repedések mentén kialakult kis résekből kiindulva fejtettük le, a többit pedig vésővel ütöttük le. A katód ezután előkészítéshez került. A leszedett fémeket a krómsav nyomainak eltávolítására meleg vízben mostuk.

Hetenként egyszer (szombaton) az elektrolízist leállítottuk, az anódokat kiszedtük és a rárakodott vékony ólomkromát csapadékot drótkefével eltávolítottuk. Ugyanilyen időszakonként a kád aljára hullott fémet megfelelő szerszámmal kiszedtük. Nagylaboratóriumi berendezésünknél a krómsav, továbbá a képződő hidrogén elszívását a peremelszívó, továbbá a kád fölé helyezett ernyőhöz csatlakozó ventillátor megfelelő mértékben biztosította.

A kísérletek során 220 kg fémet állítottuk elő, melynek összetétele a következő:

Si	= 0,008%
Fe	= 0,002%
Mn	< 0,005%
Al	< 0,01%
Zn	< 0,001%
Cu	< 0,001%
Pb	< 0,001%
Ni	< 0,001%
Összesen	< 0,029%

Ezek alapján a termék tisztasága min. 99,97%.

Fajlagos energiafogyasztás 63 kWó/kg Cr (egyenáramú). Az egyenirányító összes hatásfokát 88%-nak véve a váltóáramú oldalra vetített fajlagos energiafogyasztás 81,7 kWó/kg. Ez az érték jól egyezik az irodalmi adatokkal.

IRODALOM

[1] *Udy, M. J.:* Chromium. Vol. II. 1956. New York, 41—64. o.
[2] *Sully, A. H.:* Metallurgy of the Rarer Metals. 1, Chrom 1954. London. 31—33. o.
[3] Akademija Nauk Gruzinszkoj SZSZR: Hirdometallurgija Chroma. 1959. Tbiliszi: 10—11, 75—82, 178. o.
[4] *Gmelins* Handbuch der anorganischen Chemie, Chrom Teil A. System Nummer 52. 1962, Weinheim.
[5] *Lloyd* és társai: Transelectrochem. Soc. 89. 1946. 443—454. o.
[6] *Lloyd* és társai: I. electrochem. Soc. 94. 1948. 122—138. o.
[7] *Lloyd* és társai: Eng. Mining I. 148. 1947. No. 7.
[8] *Lloyd* és társai: I. electrochem. Soc. 97. 1950. 227. o.
[9] *Ferrante, M. J.* és társai: I. Metals 12, 1960. 861—865. o.
[10] *Good, P. C.* és társai: Bureau of Mines Repart of Investigation 1960. 5589.
[11] *Dale, J. J.* és *Esmore:* I. Metals 13. 1961. 78. o.
[12] *Ryan N.:* I. elektrochem Soc. 107. 1960.397—404.o.
[13] *Brandes, E. A.* és *Whitakker:* Metallurgia. 1962. Manchester. 209—212. o.
[14] *Rothmann H.* és társai: Chem-Ing. Techn. 36. 1964. 10.
[15] *Csokán Pál:* Korrózió elleni védelem. 1964. Budapest.

Műszaki és gazdasági hírek

Nemrég két új bauxitlelőhelyet fedeztek fel a *Salamon*-szigeteken. Ezek közül a *Buka*-i készlete 4,8 millió, míg a *New Georgia*-szigeté 6 millió tonnára tehető. Ez utóbbi érc 40% Al_2O_3 tartalmú és SiO_2 tartalma 6% alatt marad.

Metal Bulletin 1971. dec. 21.

*

Nem ökozott törést az államosítás *Guayana* bauxit termelésében és feldolgozásában. Az 1970. évi 614 000 tonna kalcinált bauxittal szemben ac 1971. évi várható termelés 650 000 tonna lesz, a 313 000 tonnás timföld termelés 325 000 tonnára nő. Bővültek az eladási piacok is, mert a tradicionális észak-amerikai és nyugat-európai vevők mellett a *Szovjetunió* és a *Kínai Népköztársaság* is vásárolt guayanai bauxitot és timföldet.

The Financial Times 1971. dec. 17.

*

A világ legnagyobb alumínium termelője, az *Alcoa*, bizakodóan ítéli meg az alumínium árak alakulását. Szerintük 1972-ben az építő-, elektromos, csomagolóipar és közlekedés lesznek az Alcoa legaktívabb piacai.

Ugyanakkor megerősítették, hogy az Alcoa jelenleg is csak 83,1%-os kapacitás kihasználással üzemel.

Az optimizmus ellenére a londoni fémpiacon az alumínium ára 157—165 £/t körül mozog.

The Financial Times 1971. dec. 31.

*

Két új kádsort állítottak üzembe az *Alcoa Evansville-i (USA)* alumíniumkohójában, de az üzem kihasználatlan kapacitásai még mindig felülmúltják a 70 000 tonnát.

BIKI 1971. dec. 23.

*

A *svájci Alusuisse* vállalat lemondta részvételét a *Szardínia*-szigetén létesítendő *Eurallumina* timföldgyár finanszírozásában.

Az új létesítmény, amely az olasz *Alsar* a *Montecatini Edison*, az ausztrál *Comalco* és a nyugatnémet *Metallgesellschaft* által létesített konzorcium tulajdonába kerül, ausztrál, weipa-i bauxitot dolgoz majd fel, és ezt a Közös Piac országaiban kívánja értékesíteni. Az új timföldgyár létesítését a Közös Piac-i országok növekvő timdföldszükgélete és a gazdasági egyesülésen kívülálló országokból származó timföldre kivetett jelentős vámteher tette szükségessé.

Feltételezések szerint a svájci vállalat visszalépésének hátterében az húzódik meg, hogy timföldszükségleteit sikerült hosszúlejáratú szerződéssel az ausztrál Comalco trösztől biztosítani.

The Financial Times 1971. dec. 30.

H. W.

*

1971-ben a világ kohóalumíniumtermelése csaknem 11 millió tonnát ért el, ami 1970-hez képest 6,5%-os növekedést jelez.

Tavaly a tőkés országok alumíniumtermelése 8,6 millió tonnát tett ki, azaz 6,7%-kal növekedett. 1971-ben a szocialista országok 2,4 millió tonna alumíniumot állítottak elő, ami az előző évhez viszonyítva 5,8%-os növekedést jelentett.

A nagy termelők közül az USA 3,58 millió tonnás eredménye visszaesést jelent az 1970-es 3,6 millió tonnához képest. Kanada termelése csak kismértékben emelkedett és 972 ezer tonnát tett ki.

Gyors ütemben növekedett Japán és Nyugat-Európa kohóalumíniumtermelése (21%, ill. 13%). Az utóbbi termelésének növekedését az angol, a nyugatnémet és a holland alumíniumipar fejlesztése tette lehetővé.

The Financial Times 1972. február 3.

*

A *görög kormány* és az amerikai *Alcoa* konszern rövidesen megállapodást ír alá, melynek értelmében az amerikai monopólium évei 300 ezer tonna termelésű timföldüzemet és 150 ezer tonnás alumíniumkohót létesít. Az ipari komplexum *Athéntól* mintegy 40 km-re épül majd fel. A 100 millió $-ra tervezett beruházásban az állam részesedése 33% lesz, s a hírek szerint ők építik fel a létesítményt ellátó erőművet is.

Görögországban jelenleg egy alumíniumkohó működik, amelyet a francia *Pechiney* cég létesített. A harmadik kohó létesítése is napirenden van, ezt valószínűleg az amerikai *Reynolds* és *Kaiser* monopóliumok és a görög *Niarchos* közös beruházással építik majd fel.

The Financial Times 1972. február 3.

*

Jamaicában új módszert dolgoztak ki a timföldgyártás során keletkező évi 2 millió tonna vörösiszap hasznosítására. Az új eljárás alkalmazásakor 1 millió tonna vörösiszapból 323 ezer tonna vasport, 60 ezer tonna titánoxidot és jelentős mennyiségű alumíniumszulfátot állíthatnak elő.

World Mining 1972. január

*

Az *ausztráliai Gove* bauxitkészlete mintegy 250 millió tonna. Az *Alusuisse* ausztráliai leányvállalata, a *Nabalco* itt 22 km²-es koncesszióval rendelkezik.

19 km-es szállítószalag viszi a bauxitot a kikötőbe, ahol azt 100 000 tonnás ércszállító hajókba rakják. Egy ilyen hajó megrakása másfél napig tart. Nabalconak évi 2 millió tonna bauxit szállítására van hosszúlejáratú szerződése.

Govében 1972-ben évi 500 000 tonnás kapacitással megkezdi működését a *Nabalco* timföldgyára.

Neue Zürcher Zeitung 1972. január 29.

*

Az alumínium világpiacán tapasztalható válság ellenére a *spanyolországi Corunában* évi 10—15 ezer tonnával növelik a helyi alumíniumkohó kapacitását.

A tervek szerint az évtized második felében tovább növelik az országok kohó kapacitását, és ezért 1976-ban új 100—150 ezer tonna/év teljesítményű alumíniumkohó építését kezdik meg.

Metal Bulletin 1972. január 25.

*

A tervek szerint 1974-re készül el *Nyugat-Ausztráliában Kimberley*-ben az 1,2 millió tonna/év teljesítményűre tervezett timföldüzem. A létesítmény, amely *Mitchell Plateau*-i bauxitot fog feldolgozni, japán, holland és amerikai vállalatok részvételével épül majd fel.

Metal Bulletin 1972. január 28.

*

Egy New York-i gazdaságkutató intézet elkészítette a tőkés világ alumíniumtermelő kapacitásának alakulását 1975-ig.

Millió tonna	1972	1973	1974	1975
USA	4,6	4,7	4,8	5,0
Kanada	1,2	1,2	1,2	1,2
Tőkés Európa	3,2	3,7	4,2	4,4
Japán	1,3	1,5	1,7	2,0
Ausztrália és Új-Zéland	0,3	0,4	0,4	0,4
Egyéb körzetek	0,7	0,8	0,8	0,9
Összesen	11,3	12,3	13,1	13,9

Metal Bulletin 1972. február 4.

*

Az iparügyi minisztérium terve szerint néhány éven belül 20 ezer tonnás kapacitású alumíniumkohót állítanak üzembe, és a termelés fele kivitelre kerül majd.

A szigeten jelenleg nem folyik bauxitkitermelés, de a kutatások a közeljövőben megindulnak.

Mining Journal 1972. január 21.

*

John D., Harper, az *Alcoa* elnöke 1972-ben az USA-ban az előző évhez képest az alumíniumigény 7—10%-os növekedését várja.

Ugyancsak az Alcoa véleménye szerint Európában az 1972-es év még nehéz lesz az alumíniumipari számára. A termelési kapacitások korlátozására továbbra is szükség lesz.

Alcoa jelenleg évi 1 425 000 tonnás alumíniumtermelő kapacitásának 83,1%-át használja csak ki.

Die Welt 1972. február 1.

*

Lengyelország konini és *skawinai* alumíniumkohója 1971-ben elérte a 100 000 tonnán felüli termelést.

Alumínium 1972. február

* *L. D.*

A tőkés világ alumíniumkohóinak teljesítménye kitett 9,7 millió tonnát 1971. év december közepéig és a hivatalos adatok szerint lekapcsoltak, illetőleg nem indítottak be 1,1 millió tonnát, tehát 11,3%-ot a fentemlített időpontig, úgyhogy a kohók 8,6 millió tonna kapacitással üzemeltek. Egyes fontosabb alumíniumtermelő földrészek, illetőleg államok kapacitás kihasználás csökkentése a következőképpen alakult:

	Csökkent kapacitás 1971. december közepéig t/év	
Egyesült Államok .	635 000	
Kanada	160 000	
Európa	170 000-től	175 000
Japán	100 000-tól	120 000
Ausztrália	26 000	
	1 091 000-től	1 116 000

A jelenlegi terv szerint 1972. év közepéig 600 000 tonna új létesítményt bővítés vagy új kohó beindulása által, ez év végéig megvalósítanak még további 400 000 tonnát, és így a tervezett kapacitás eléri majd a 10,7 tonnát.

Alumínium 1972. január, 140. o.

* *K. J.*

A hónap végén Tokióban tárgyalások kezdődnek az ausztrál Tipperary Land and Exploitation és a japán alumíniumtermelők érdekeit képviselő Ardeco szindikátus között. A tárgyalások napirendjén a Queensland-i 1 milliárd tonnára becsült 54%-os Al_2O_3 tartalmú bauxitkészletek hasznosítása szerepel. A tervek szerint 250 – 300 millió $-os beruházással egy 1 millió tonna/év kapacitású timföldgyárat fognak építeni. A bauxittermelés az idén kezdődik meg, a timföldgyár pedig valószínűleg 1976 után kezdi meg működését.

(Metal Bulletin 1972. március 10.)

*

A japán bauxit import 1971-ben közel 4 millió tonna volt, 23%-kal magasabb, mint 1970-ben. Fő beszerzésforrásoknak az indonéz és a malaysiai szállítók bizonyultak. A *Könnyűfém Finomítók Szövetsége* – mely Japán timföld és alumíniumtermelőit tömöríti – az idei bauxitszükséglet biztosítására tárgyalásokat folytat a fő szállítókkal. A szállítók, a yen 16,88%-os felértékelését figyelembe véve áremelésre törekednek. (Tavaly fob 5,60 $/tonnás áron állapodtak meg 53% Al_2O_3; 5% SiO_2 tartalmú bauxit esetén.) A japán alumíniumtermelők helyzetét a túltermelésen felül, az emelkedő munkaerő- és nyersanyagárak, valamint a környezetvédelmi berendezések költségemelkedése is nehezíti.

(Metal Bulletin 1972. március 7.)

*

Az *Alcoa* a nyugat-ausztráliai, *kwinanai* timföldgyárában további termeléskorlátozásokat kíván életbeléptetni. Az üzem termelése a technikailag lehetséges 1,2 – 1,3 millió tonna helyett 1 millió tonnás szinten fog mozogni, hacsak a timföldpiacon nem fog jelentkezni lökésszerű kereslet. A lépésre az adott okot, hogy a tröszt timföldgyára (Pinjarra) májusban elkezdi a termelést és a kwinanai termeléscsökkentéssel kívánják elkerülni a túlkínálatot, ill. a raktárra történő termelést. A tervek szerint a pinjarrai üzem kezdő kapacitása évi 400 – 500 ezer tonna lesz, azaz csak a fele az eredetileg tervezettnek.

(Metal Bulletin 1972. március 10.)

*

Nixon pekingi látogatása után az alumíniumipari körökben valószínűnek tartják, hogy amerikai cégek közvetítőkereskedelem nélkül fognak alumíniumot szállítani a kínai piacra. A szakértők szerint a Kínai Népköztársaság jelenleg évi 140 – 150 ezer tonna alumíniumot állít elő, míg fogyasztása évi 200 – 300 ezer tonnás szinten mozog. A hiányt eddig kanadai, nyugat-európai, ausztrál és japán szállításokkal pótolták.

A kínai piacnak az amerikai alumíniumtermelőkre gyakorolt vonzó hatását mutatja az is, hogy a térségben az amerikaiak több alumíniumkohó építését is tervbe vették. Így többek között Okinawa-szigetén, Szumátrán, Malaysiában és a Fülöp-szigeteken akarnak alumíniumkohót építeni.

(Metal Bulletin 1972. március 10.)

*

Jugoszláviában új alumíniumipari szervezetet állítottak fel. Az *alumíniumipari egyesülés* magában foglalja a *titográdi* alumíniumkombinátot, a *sibeniki* könnyűfémművet, a *kidricevoi* timföld és alumíniumgyárat, a *slovenska-bistricai „Impol"* vállalatot, valamint a *servojnoi* rézhengerművet, amely a jövőben alumíniumgyártásra áll majd át. Az új egyesüléshez várhatóan csatlakozik majd a *sarajevoi Energoinvest* és több bauxittermelő is.

(Telexjelentés)

*

Norvégia legnagyobb alumíniumtermelője az *Aardal og Sunndal Verk* cég profitja a rekord termelés és értékesítés ellenére 1971-ben 50%-kal csökkent. A gyár kapacitása 300 ezer tonna, ennek 85%-át exportálják. A cég vezetői kedvezően ítélik meg a jövőt, 1972-ben 12%, 1973-ban pedig 19%-os átlagos kapacitásbővítést várnak a tőkésvilág elsődleges alumíniumiparában. Így saját kapacitásukat 325 ezer tonnára kívánják emelni, jóllehet csak 285 ezer tonnás termelésre számítanak.

(Metal Bulletin 1972. március 7.)

*

1971-ben Japán 197 ezer tonna alumíniumot importált, ami 1970-hez képest 27 ezer tonnás csökkenést mutat. A három lagnagyobb szállító: *Kanada* (84 ezer tonna), *Ausztrália* (47 ezer tonna) és az *USA* (22 ezer tonna) voltak.

(Metal Bulletin 1972. március 10.)

L. D.

Üzemi hírek

1972. január 17-én *dr. Galambos Sándor* „Az ellátási tevékenység információs problémái iparágunkban" címmel előadást tartott a Mosonmagyaróvári MOTIM helyi OMBKE csoport rendezésében.

*

Az *Almásfüzitői Timföldgyár* kutatólaboratóriumában sikerült a vörösiszap-mosódorrokon keletkező habfázist az iszaptartalomtól elválasztva a habzást okozó részt elkülönítetten vizsgálni. A röntgenvizsgálatok szerint eddig még ki nem mutatott fázisokat (illit és klorit féleségeket) sikerült találni. E vizsgálatok a habzás keletkezésével kapcsolatos elképzelések új irányát jelentik.

*

Az *Almásfüzitői Timföldgyár* erőtelepe 1972-ben további *Waagner—Biro* típusú kazánnal bővül, melynél az első kazánnál szervezett tapasztalatokat felhasználják.

*

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztály timföldgyártási szakcsoportjának budapesti csoportja 1972. I. 29-én összejövetelt tartott, melyen *dr. Balkay Bálint* „Bauxitgeológia-timföldgyártás" tárgyban tartott előadást.

*

A *Fémipari Kutató Intézetben* 1971 során köszörülési hulladékokra sikerült olyan technológiát kidolgozni, melynek segítségével a Ni 99%, a Co 85% és Cu 95%-os hatásfokkal gazdaságosan kinyerhetők.

R. O. J.

*

A *Csepeli Fémmű* 1971-ben, 94 465 tonna késztermeket termelt 5,2%-kal többet az 1970. évi 89 817,2 tonnánál. Ezek az adatok 11 hónap könyvelési és a 12. hó statisztikai adatai. Az 1970 évhez viszonyított forint teljesítés 103,9%-ot tesz ki. A félgyártmányok lágy és ötvözött acélból, könnyű- és nehézfém anyagból állnak és megmunkálás tekintetében pedig elektrolizált, öntött, hidegen és melegen hengerelt, sajtolt és húzott gyártmányokra oszlanak. Anyagféleségekként a százalékos megoszlás az 1971. évi termelésnél a következő volt:

acél	40,7%
könnyűfém	7,3%
nehézfém	52,0%

A kiviteli terv teljesítése az alábbiak szerint alakult:

	Bázishoz %	Tervhez %
Szocialista viszonylat	118	106,1
Tőkés viszonylag	62,4	125,2
Összesen	82,3	114,6

Az export túlteljesítés szocialista viszonylatban hegesztő elektróda, réz hengerelt huzal és cső, sárgarézcső és könnyűfémforma-öntvény, valamint tőkés viszonylatban pedig dinamószalag, rézkatóda és sajtolt tuskó, wirebars stb. igény kielégítéséből keletkezett. A teljességért meg kell említeni, hogy az alumíniumlemez-igény erősen visszaesett a bázishoz képest.

K. J.

Egyesületi hírek

Vidéki Csoportjaink életéből

Régi selmeci hagyományokat elevenített fel az OMBKE Mosonmagyaróvári MOTIM Csoportja februári farsangi klubösszejövetelén. A csoport Miskolcon végzett mérnökei másfél órán keresztül adtak ízelítőt egy kohász szakestély életéből. A kohász nótákat a kiosztott szövegkönyvek alapján a klubest összes résztvevői nagy lelkesedéssel énekelték, és a cantus preseseknek csak komoly nehézségek árán sikerült a szakgyűlést megfelelő zenei keretek között tartani. A nagy siker eredményeképpen a helyszínen döntés született, hogy a hagyományok ápolására a Mosonmagyaróvár-i MOTIM Csoport több gondot fordít a jövőben, és májusban a vegyészek hasonló rendezvénnyel lepik meg a tagságot.

A februári farsangi klubest volt egyébként az 1967-ben megválasztott és 1969-ben új elnökkel és újtitkárra tovább működő vezetőség utolsó rendezvénye.

Visszatérve az elmúlt 4 és fél évre megállapítható, hogy a műszakiak összefogásában és a szakmai továbbképzésben különösen az utolsó két évben igen szép eredményeket ért el a csoport, amihez nagyban hozzájárult a Fémkohászati Szakosztály vezetőségével való kapcsolatok 1969. végén történt rendezése.

H. W.

Könyvismertetés

Könnyűfém szabványok gyűjteménye. Szabványgyűjtemények 10. kötete. 4. átdolgozott kiadás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 1972. 674 oldal. Ára 293 Ft.

Bizonyos, hogy a könnyűfémkohászati termékekkel foglalkozó szakemberek örömmel fogják fogadni e gyűjtemény új kiadását, mert az 1964-ben megjelent 3. kiadás óta eltelt időben a Magyar Szabványügyi Hivatal a műszaki fejlődésnek megfelelően a szabványok legtöbbjét átdolgozta. Különösen vonatkozik ez az alumínium tématerület szabványaira.

A gyűjtemény felöleli az alumíniummal és magnéziummal, valamint ezek ötvözeteivel kapcsolatos valamennyi országos szabványt, kivéve a vizsgálati szabványokat, melyeket külön gyűjtemény tárgyal.

A gyűjtemény bevezetője tájékoztatást nyújt az alumínium felhasználási területéről és a felhasználás szempontjából lényeges, de a szabványokban nem tárgyalt tulajdonságairól, valamint az ötvőzőelemek hatásáról.

Új a kiadványban a szabványos magyar anyagminőségi jelek jegyzéke, melynek célja, hogy megkönnyítse a vonatkozó előírások felkutatását. A gyűjtemény végén hasonló célból külön fejezetben felsorolásra kerültek a tárgykörbe tartozó fontosabb külföldi szabványok és nemzetközi szabványajánlások.

A gyűjtemény az alábbi részekre tagolódik:

— Számrendi mutató
— Anyagminőségi jelek jegyzéke
— Bevezető
— Általános előírások
— Vegyi összetételi és mechanikai előírások alumíniumra
— Alumínium lemezek, szalagok, tárcsák
— Alumínium rudak és idomrudak
— Alumínium csövek
— Alumínium huzalok
— Kovácsolt termékek alumíniumból
— Magnézium és ötvözetei
— Könnyűfém öntvények és öntészeti tömbök
— Egyéb tájékoztató adatok.

K. E.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. JÚNIUS HÓ
6

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel.: 127-084, 318-926

TARTALOM

JAN LEKKI—JAN TOMCZYKIEWICZ—ALEKSANDER WEGRZYN: A Sendzimir hengerművek fejlődése 241
TÓTH TAMÁS: A ferrittartalom hatása a titánnal stabilizált, ausztenites saválló acélok mélyhúzhatóságára 248
VAS IVÁN: Térfogatpontos darabolás bugaollón 251
K. SCHLAUBITZ—D. MÜLLER—A. GÜTH: A fémek alakítási szubszerkezete és mechanikai tulajdonságai közötti kapcsolat 257
Korszerű acélgyártási eljárások 260
Könyvismertetés 261
A vaskohászat helyzete Finnországban 262
A fiatalok helyzete az Országos Bányászati és Kohászati Egyesület munkájában 264
Hírek a Vasipari Kutató Intézetből 266
Egyesületi hírek 266
Szakoktatás 267
Műszaki és gazdasági hírek 268
Szabványosítási hírek 269

FÉMKOHÁSZAT

Az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottságának második teljes ülése 270
DR. BÁRCZY PÁL—DR. TRANTA FERENC: A rétegeződési hibák hatása a fémek tulajdonságaira 279
Műszaki és gazdasági hírek 285
Fémkohászattani Tanszék közleményei 286

ÖNTÖDE

IV. Soproni Temperöntési és Mintakészítési Napok. Sopron, 1971. október 21—22. 121
FARAGÓ GÁBOR: ARALDIT-ból készült magszekrények és minták élettartama az új formázó eljárások tükrében 124
ROÓSZ ANDRÁS—DR. FUCHS ERIK: A koncentrációs profil kialakulása eutektikus fázisok feloldódásának kezdetén 129
DR. VORSATZ BRUNÓ—DR. VARGA FERENC—DR. VÖRÖS ÁRPÁDNÉ: Új, mágnesesen vezérelt íves, elégető módszer a karbon meghatározására öntöttvasban 131
BÁNYAI JÁNOS—OKRUTAY MIKLÓSNÉ: A gyártóeszköz-gazdálkodás helye és szerepe az öntödékben 134
JUHÁSZ LÁSZLÓ: Műanyag öntőmintákkal nyert tapasztalatok 136
Az Öntéstechnikai Egyesületek Nemzetközi Szövetségének tájékoztatójából 138
GODA ISTVÁN: Hidraulikus működtetésű kokillaszerszámok a Ganz-MÁVAG könnyűfémöntödéjében 139
Szakosztályi hírek 141

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293. Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
72.6., 17076 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámlára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM 105
ГОД
JAHRGANG
YEAR

SZÁM 6
№
Nr.
No.

JÚNIUS
ИЮНЬ 1972
JUNE
JUNI

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Й. Лекки—Й. Томацкиевич—А. Вегрзин: **Развитие прокатного цеха имени Шендзимира** .... С 241

Построение и работа кольцевых прокатных станов. Целесообразная область применения кольцевых прокатных станов. Преимущества новой системы прокатки. Благоприятная формировка капиталовложения. Краткие данные о работающих кольцевых прокатных станах типа Шендзимира и ознакомление с самыми крупными прокатными станами. Ожидаемое направление развития.

Тамаш Тот: **Влияние содержание феррита на глубокую вытяжку кислостойкой аустенитной стали, стабилизированной титаном** ..... С 248

По международно принятому числу Ланкфорда и по вытяжке чашки можно установить, что по мере увеличения содержания феррита глубокая вытягиваемость уменьшается.
Влияние феррита менее благоприятно до 2,5%-го содержания феррита, чем свыше этого содержания. Листы содержащие 1,5% феррита имеют хорошую глубокую вытягиваемость.

Иван Ваш: **Объемноточное дробление на гильотинных ножницах** ..... С 251

Автор ознакамливает с таким методом, с помощью которого становится возможным точный отрез постоянных количеств с объемноточным измерением прутков, имеющих продольную ось. Измерительная система веденного метода присоединяется к имеющимся ножницам и пилам. Экономические преимущества применения метода: уменьшение исходного материала, потребности энергии, машинного времени при ковке, увеличение долговечности ковочных инструментов.

К. Шлаубиц—Д. Мюллер—А. Гют: **Зависимость между субструктурой деформации и механическими свойствами металлов** ..... С 257

Имеется однозначная зависимость между субструктурой деформации монокристалла молибдена и его механическими свойствами. По распределению дислокаций можно интерпретировать разность в температуре рекристаллизаций различно ориентированных монокристаллов.

Д-р П. Барци и д-р Ф. Транта: **Влияние дефектов упаковки на свойства металлов** .....С 279

Дефекты упаковки в металлах в значительной степени влияют на процессы, происходящие передвижением дислокации: на упрочнение, на охрупчивание, на создание текстуры деформации, на ползучесть и на возраст.
Поверхностная энергия дефекта упаковки [γ] является той характеристикой материала, которая кроме определения характера поперечных скольжений определяет и стабильность ГЦК и гексагональных фаз, и таким образом влияет на когерентные процессы выделения.

INHALT

J. Lekki—J. Tomczykiewicz—A. Wegrzyn: **Die Entwicklung der Sendzimir-Walzwerke** ..... S 241

Aufbau und Betrieb der Planetenwalzwerke. Die zweckmässigste Anwendung des Planetenwazwerkes. Vorteile des neuen Walzverfahrens. Die günstigste Gestaltung der Inwestkosten. Angaben der im Betrieb befindlichen Sendzimir-Walzwerke. Die mögliche Weiterentwicklung des Verfahrens.

T. Tóth: **Die Wirkung des Ferritgehaltes auf die Tiefziehfähigkeit von mit Titan stabilisierten austenitischen korrosionsbeständigen Stählen** .... S 248

Mit Hilfe der allgemein akceptierten Lankford'schen Zahl und des Näpfchenversuches kann festgestellt werden, dass die Tiefziehfähigkeit mit der Zunahme des Ferritgehaltes abnimmt. Bis etwa 2,5% Ferritgehalt wikt das Ferrit ungünstiger, als oberhalb von 2,5%. Die Bleche mit höchstens 1,5% Ferritgehalt sind nocht gut tiefziehbar.

I. Vas: **Rauminhaltgenaue Aufteilung an Knüppelscheren** ..... S 251

Das Verfahren ermöglicht die genaue mengenmässige Aufteilung von Stabmaterialien mit einer Längsachse. Die rauminhaltgenaue Messmethode des Verfahrens kann zu den vorhandenen Scheren, auch zu Sägen, angeschlossen werden. Die wirtschaftlichen Vorteile des Verfahrens sind: die Verminderung des Werkstoffverbrauches, des Zeitverbrauches der Schmiedemnaschien und des

Energieverbrauches, sowie die Verbesserung der Haltbarkeit von Schmiedewerzeugen.

K. Schlaubitz—D. Müller—A. Güth: **Zusammenhang zwischen der Verformungs-Substruktur und den mechanischen Eigenschaften von Metallen** S 257

Zwischen der Verformungs-Substruktur und den mechanischen Eigenschaften von Molybden-Einkristallen besteht ein eindeutiger Zusammenhang. Auf Grund der Zerteilung der Versetzungen kann der Unterschied der Rekristallisations-Temperaturen von verschieden orientierten Einkristallen gedeutet werden.

Dr. Bárczy—Dr. Tranta: **Einfluss der Schichtungsfehler auf die Metalleigenschaften** ..... S 279

Die Schichtungsfehler in Metallen haben einen bedeutenden Einfluss auf die mit Dislokationsbewegungen verlaufenden Vorgänge: die Härtung, die Versprödung, die Ausbildung der Verformungstextur, das Kriechen, die Relaxation. Die Oberflächenenergie des Schichtungsfehlers (γ) ist der Materialkennwert, der nicht zur den Charakter der Quergleitung, sondern auch die Stabilität der flächenzentrierten kubischen und hexagonalen Phasen bestimmt und deshalb auch die kohärenten Ausscheidungsvorgänge beeinflusst.

CONTENTS

J. Lekki—J. Tomczykiewicz—A. Wegrzyn: **The development of Sendzimir rolling mills** ..... P 241

The construction and operation of planetary mills. The most suitable field of application of planetary mills. Advantages of the novel rolling system. Favourable investment costs. Summarized data of the operating Sendzimir planetary rolling mills and description of the largest facilities. The probable lines of development.

T. Tóth: **The influence of the ferrite content on the deep drawability of titanium stabilized austenitic stainless steel** ..... P 248

It can be concluded from the internationally accepted Lankford number and from the cup drawing test that the deep drawibility is reducted with increasing amounts of ferrite. Up to 2.5 pct ferrite content the effect of ferrite is more harmful than above 2.5 pct. Sheets with a maximum of 1.5 pct ferrite are still suitable for deep drawing.

I. Vas: **Nipping off to exact volumes with bloom shears** ..... P 251

The author describes a process for cutting off constant amounts by a precise volume measurement along the longitudinal axis of bar material. The measuring system of the realized method can be applied to installed shears and saws. The practical advantages are: a reduction in base material, forging machine time and power requirements, an increase of forging tool life.

K. Schlaubitz—D. Müller—A. Güth: **Relationship between the substructure of metals during forming and their mechanical properties** ..... P 257

A definite connection exists between the substructure of deformed molybdenum monocrystals and their mechanical properties. On the basis of the distribution of dislocations an interpretation of the differences in recrystallization temperature for monocrystals of different orientation is possible.

Dr. Bárczy—Dr. Tranta: **The influence of layer defects on the properties of metals** ..... P 279

The layer defects have a significant influence on processes accompanied by dislocation movement: hardening, embrittlement, the development of deformation textures, creep, recovery. The superficial energy (γ) of the layer defect is the material characteristic which determines not only the character of transversal slips but also the stability of face centred cubic and hexagonal phases, i.e. influences the coherent precipitationprocesses.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ,
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, BOROSSAY BÉLA, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 6. szám 1972. június

A Sendzimir hengerművek fejlődése*

JAN LEKKI—JAN TOMCZYKIEWICZ—ALEKSANDER WEGRZYN
Lengyelország

DK: 621.771.063 : 65.011.4

A bolygó hengersorok felépítése és működése. A bolygó hengersor lecélszerűbb alkalmazási területe. Az új hengerlési rendszer előnyei. A beruházási költségek kedvező alakulása. A már üzemben levő Sendzimir-féle bolygó-hengerművek rövid adatai és a legnagyobb hengerművek rövid ismertetése. A fejlődés várható iránya.

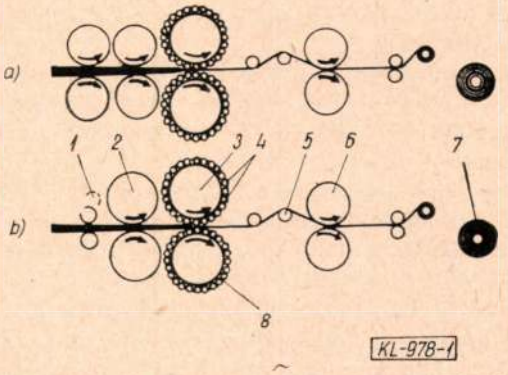
A Sendzimir-féle bolygó hengerművek alapvetően különböznek a konvencionális hengersoroktól. A bolygó hengerműben a lapos bugákat melegen hengerelt szalaggá egy szúrásban redukálják. Az *1a* és *1b ábrák* sematikusan mutatják a bolygó hengermű működését. A *2. ábrán* ugyancsak egy bolygó hengerállvány metszete látható. Ez a hengermű bolygó csomópontokból, hajtó- és adogatógörgőkből tevődik össze. Ez utóbbiak a lapos bugát kis nyomások mellett a bolygó hengerek közé vezetik, ahol a fő alakítás történik.

Az anyagnak a bolygó hengerműben való beadásának alternatív megoldások léteznek, amelyeket szükség szerint lehet alkalmazni. Az ábrából látható, hogy a hengerlő berendezés két támhengerből tevődik össze, amelyeket bizonyos számú kis munkahengerek vesznek körül. Ezeket a széleiken „hálók" tartják. Ezeket a hálókat kívülről úgy szinkronizálják, hogy minden munkahengerpár a hengersor függőleges középvonalán pontosan ugyanazon időben halad át. A hengereket úgy is szinkronizálják, hogy tengelyeik mindenkor a támhengerek tengelyeivel párhuzamosak.

A „háló" szögsebessége valamivel kisebb, mint a támhenger szögsebességének fele. Mint ahogyan azt a 2. ábrán bemutattuk, a felső támhenger forgásának iránya az óra mutatójának járásával egyezik, amikor a laposbugát jobbról balra adjuk be. A „hálók", amelyek a munkahengerek felső készletét tartják, ugyancsak az óramutatók járásával egyezően forognak. A munkahengerek azonban maguk is tengelyeik körül forognak, az óramutatók forgásával ellentétes irányban.

A bolygó egységeket úgy lehet építeni, hogy különböző a támhenger és a munkahenger átmérői közötti arány. Az adott egység munkahengereinek száma különböző lehet. Eddig 18, 20, 24, 26 és 30 munkahengerrel bíró hengerállványokat építettek. Lehetséges, hogy a jövőben a hengerállványok rendeltetésüktől függően támhengerenként a fentieknél nagyobb, vagy kisebb munkahengerszámmal fognak rendelkezni.

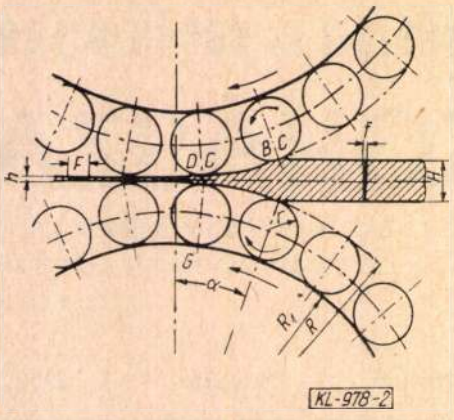
Érdekes az a tény, hogy vannak hengerállványok, amelyeknek a teljes külméretre vonatkozó méretei hasonlóak, de amelyek különbözőszámú munkahengerrel rendelkeznek. Így például a *Habershan* hengermű Angliában 20 munkahengerrel, a *Ductile* hengersor pedig 26-tal rendelkezik, — annak ellenére, hogy mindkét állvány 600 mm külső átmérőjű. Hasonló az összehasonlítás a svédországi *Hellefors* és a német *Benteler* hengerállványok kö-



1a ábra. Két pár adagoló görgővel rendelkező Sendzimir-féle bolygó hengersor
1b ábra. Vonógörgővel és egy pár adagolóhengerrel ellátott Sendzimir-féle bolygó hengersor

1 — vonógörgő, 2 — adagológörgő, 3 — támhengerek, 4 — munkahengerek, 5 — hurok görgője, 6 — simítóhengerek, 7 — tekercselő, 8 — bolygó hengersor állványa

* A lengyel Hutnik c. szakfolyóirattal kötött együttműködés keretében átvett cikk. Az eredeti cikk a Hutnik 1971. 11. számának 572—578. oldalán jelent meg.



2. ábra. Befogási zóna keresztmetszete a bolygó hengersorokon

zött, ahol támhengerenként az első 24, a második 30 munkahengerrel rendelkezik. Az azonos méretű, de kevesebb számú munkahengerrel bíró állványokon a munkahengerek átmérői általában nagyobbak és ezért széleskörűen alkalmazhatók. A kisebb munkahengerekkel bíró állványok előnye, hogy melegen vékonyabb lemezeket lehet hengerelni, kisebb aktív erő mellett.

A *2. ábra* sematikusan mutatja a bolygó hengerállvány hengereinek befogási zónáját. A munkahengerek két párja látható, amelyek közül az első közel van azon ponthoz, ahol a szalagtól elválik és ahol az anyag majdnem végleges méretre hengerelt. A másik pár éppen a lapos bugát érintette kezdeti H vastagságában és elegendően mélyen hatolt be, hogy a BA alakítási zóna teljes szélességét képezze. A támhengerek sugara R_1, a munkahengerek sugara r és az egész bolygórendszer támsugara R.

A hengerlési folyamat ciklikus. A hengerek érintkeznek a lapos buga szakaszával, azután fokozatosan hengerelnek, szúrást végeznek az alakítási zónában és végül az anyaggal elveszítik az érintkezést, miután a munkahengerek következő párja a lapos bugával érintkezett. *Ez a ciklus percenként kb. 3000-szer ismétlődik meg.*

A munkahengerek a hengerelt anyaggal a befogásban természetesen érintkezésben maradnak és az állványban sehol nincs csúszás. Az erőt a támhengerek adják, amelyek a munkahengereket forgatják és azokat előrehajtják a G-menti súrlódó kapcsolat révén.

Minden munkahengerpárba a buga az ábrán f-fel jelölt szakaszon van beadva. A redukálás után a bugának ez a hossza F szalaghosszúságra alakul át.

A bolygó hengersor alkalmazásának területére legjobban következtethetünk azokat a jelenségeket elemezve, amelyek az alakváltozási zónában történnek. *A fém az alakváltozási zónán gyorsan, rendszerint* $1\ ^1/_2$*—6 másodperc alatt halad át.*

A képlékeny alakváltozás zónájában tartózkodva a fém két ellentétes hatásnak van kitéve, amelyeknek relatív hatását nagyságukkal együttesen pontosan kell értékelni. Az egyik a fém hőmérsékletének emelkedése a képlékeny alakváltozási energia hatására — amely átlagosan 40 kWó per tonna acél —, amely a fém hőmérsékletét néhányszáz fokkal kellene, hogy emelje. Ugyanazon idő alatt azonban ebben a zónában a gyorsan áthaladó hideg munkahengerekkel való érintkezés révén a melegnek a fémfelületről való gyors elvezetése is jelentkezik.

Általánosan fogalmazva *megállapíthatjuk, hogy a szalag hőmérséklete a bolygó hengerállványból való kilépéskor nagyobb, mint a lapos bugának bemeneteli hőmérséklete.* Ez ellentétes a szalagoknak folytatólagos, félfolytatólagos és reverzáló meleg hengersorokon való hengerlésével, ahol a meleg hengerlés során a fém jelentős mértékben veszít hőmérsékletéből.

Természetes, hogy a bolygó hengerművek alkalmazásának nyilvánvaló területe a keményfémek hengerlése. Ha a fémet, amelyet nagy hőmérsékleten nagy képlékeny ellenállás jellemez, vékony méretekre kell hengerelni, akkor ezt a méretet könnyebb úgy elérni, hogy a bolygó hengerlést úgy irányítjuk, hogy a kilépésnél, ahol a méret a legkisebb, 100 vagy 200 °C-kal nagyobb hőmérsékletet kapjunk.

Minthogy a fém hőmérsékletét a fémnek a hengerek által való befogás zónáján való áthaladása során meg lehet emelni, a fémet viszonylag kis hőmérsékletre kell csak előmelegíteni, ahol nem nagy a reveképződés. A hengerlést magát pedig a kívánt befejező hőmérsékleten lehet befejezni.

A bolygó hengerállvány folytonos rendszerben bütüsen érintkező lapos bugákkal dolgozhat, összekötve a hengersorral egy egységben telepített megfelelő hőmérsékleten üzemelő folyamatos kemencével.

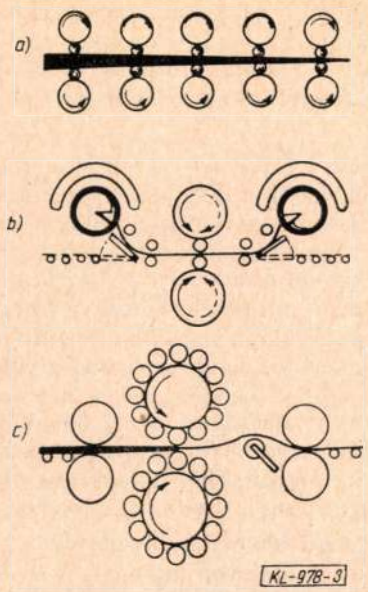
A buga hőmérsékletét állandóan pontos határokon belül lehet tartani és könnyű a kész szalag vastagságának pontos ellenőrzése is. A hidegen hengerelt gyártmányokra megkövetelt kereskedelmi vastagsági mérettűréseket közvetlenül a meleg sorról biztosítani lehet.

A *3. ábra* egy bolygó hengermű tipikus elrendezését mutatja.

A bolygó állványból való kilépés után a szalag egy *kikészítő állványon* halad át és megfelelő hőmérsékletig való lehűtés után feltekercselhető. Ha közönséges, konvencionális tekercselő berendezést alkalmazunk, nagy tekercselőket kell ajánlani, a hengersor folyamatos munkájának biztosítása érdekében. Más esetben a görgősor elég hosszú kell, hogy legyen, hogy egy tekercselő esetén lehetőség legyen a gyorsításra, a tekercs levételére és a következő szalag elejének befogására. Ez utóbbi megoldás ugyan kisebb pénzügyi ráfordítást igényel, de magasabb üzemeltetési költségekkel járhat.

A bolygó hengersorok előnyei

A bolygó hengerállvány a hengerlés programmozásában nagy rugalmasságot biztosít. Az esetek többségében a folytatólagos hengersorokon betartják azokat a konvencionális hengerlési ütemterveket, ahol a szalag szélességei a hengerlési folyamat előrehaladásával mind keskenyebbé válnak. A bolygó hengerműveken gyakran keskeny, majd széles és fordított sorrendben hengerelnek a munkahen-



3. ábra. Lemezek meleghengerlésére szolgáló hengerállványok rendszereinek sémája

a — folytatólagos rendszer, *b* — Steckel rendszer, *c* — bolygó-rendszer

gerek cseréje nélkül, minthogy a kis munkahengerek csak rövid ideig érintkeznek az anyaggal. A munkahengereket nagynyomású vízpermetezéssel hűtik. A hengerek annyira hűvösek maradnak, hogy kézzel érinthetők, a hengersor leállítása után. Ily módon munkájuk egy hideg hengersor hengereivel hasonlítható össze és elhasználódásuk igen kicsi.

A Steckel félfolytatólagos és folytatólagos hengersorokon a buga eleje mindenkor a munkahengerekbe ütközik, azokat rongálja és a hengerek cseréjét a gyorsan meghibásodott munkahengerek újbóli csiszolását követeli meg. Ennél az oknál fogva a Steckel hengersoron a hengereket rendszerint 2—3 óránként ki kell cserélni és átlagosan 1 mm-ig terjedő réteget kell levenni belőlük. Igen gyakori az is, hogy a lapos buga eleje által előidézett mély lenyomatok miatt az anyagot sokkal mélyebben kell levenni. A bolygó hengerállványon ilyen eset nem fordul elő és a hengerek elhasználódása csak az anyaggal való fokozatos érintkezés következménye. Mint már említettük, gyakorlatilag semmilyen csúszás nem lép fel a hengerelt darab és a henger kerülete között. A konvencionális hengersorban az egy állványban adódó 30%—40% nagyságrendű fogyás révén a darab a hengerlési üregben meggyorsul és ennek következtében súrlódik a hengerek felületével és azokat koptatja. Az angliai Ductile üzemben a 254—275 mm széles szalagokat hengerlő, kis hengersor még 700 t acéllemezt is hengerel a munkahengerek átcsiszolása nélkül. Az 1 m szélességű hengersoron egy hengercserével 2500—3000 t alacsony karbontartalmú acéllemezt ehet gyártani. Nagyobb hengersorokon ezek a mutatók még kedvezőbbek.

A bolygó hengerművön hengerelt szalag valóban jó síkkifekvésű. Azonkívül a kis hengerlési hőmérséklet és a hideg hengerekkel való érintkezés következtében a bolygó hengerállványokból kikerülő szalag igen jó felülettel rendelkezik. *A bolygó hengermű egyik fő előnye az, hogy gazdaságosan képes kis anyagtételeket különböző acélminőségekből, különböző vastagságokban és szélességekben hengerelni.* A hagyományos hengersorokon egy acélfajtáról a másikra, egy vastagságról vagy szélességről a másikra való áttérés az egész hengerlési folyamat megfelelő időre való leállítását teszi szükségessé, hogy ezalatt az összes hengereket és vezetőket át lehessen állítani.

A szélesség változtatásának gyakorisága azonkívül csökkenti a hengerek élettartamát és növeli azoknak költségét, különösen, ha keskeny anyagot hengerelnek. A folytatólagos széles szalagacél-hengersorok többségénél az átlagos hengerelt szélesség csak valamivel nagyobb a hengertest hosszúságának felénél. A bolygó hengerművek esetén az egyik acélminőségről a másikra, a lapos buga egyik vastagságáról vagy szélességéről egy másikra való áttérés az esetek többségében a hengersor leállása nélkül hajtható végre. Ha a hengersort meg kell állítani, akkor az igen rövid ideig tart, minthogy kisszámú hengert és vezetőt érint.

Beruházási előnyök

Ez idő szerint a konvencionális megoldású szalaghengerművek teljes felszerelésükkel kb. 16 millió dollárba kerülnek, 100 t/óra teljesítményt alapulvéve, vagyis a fajlagos beruházási költség 160 000 dollár egy t/órára vetítve.

Egy Sendzimir-féle bolygó hengermű teljes berendezéssel kb. 900 000 dollárba kerül, 13 t/óra teljesítményre vetítve, azaz 69 200 dollár esik minden tonnára.

Hasonló, sőt kedvezőbb arányokat biztosítanak a jelenleg széles szalagok hengerlésére épített hengersorok esetében.

Gazdaságosságot biztosító előnyök

Az alábbiakban bemutatjuk a bolygó hengermű operatív előnyeit:

1. A lapos bugából gyártott, alacsony karbontartalmú levágott szalag *kihozatala 2—4%-kal nagyobb* az azonos szélességű folytatólagos és félfolytatólagos hengersorokon előállított szalag esetén *(1. táblázat)*.

Ez a kihozatal lényegesen nagyobb, ha folyamatos öntésű, hosszú lapos bugákat hengerlünk, mert nem kell a bugák végeit levágni, mint ahogyan ez a szlabingon hengerelt bugák esetén szükséges.

2. *Nagy előny az alacsony melegítési költség*, mert például a karbonacélokat csak 200—300 °C-ra, vagyis egészen kis hőmérsékletre hevítik, szemben az egyéb hengersorokon szükségessel. Hasonlóképpen kis hőmérséklet alkalmazható minden egyéb fémnél is.

3. *Kisebb a revevesztesség*, amely az alacsonyabb hengerlési hőmérsékletnek és a gyors hevítési ciklusnak megfelelően csak kb. 2%-ot tesz ki, a folytatólagos és félfolytatólagos hengersorok közel 3%-ához képest.

4. *Kisebbek a hengerlési költségek* és az alacsony hőmérsékletnek megfelelően a melegítésnél nincsenek repedések.

1. táblázat

Betét	Hengersor típusa		
	Bolygó %	Steckel %	Folytatólagos és félfolytatólagos %
Lapos buga	100	100	100
Nyers tekercs	93	82,5	91,5
Kész melegen hengerelt lemez	88	78	84

5. A *kisebb teljesítmény-igénybevétel* a bolygó hengermű további előnye. Az áramfogyasztás 33 kWó/t kis karbontartalmú acél, — amíg folytatólagos vagy félfolytatólagos hengersor esetében ez az érték kb. 35 kWó/t.

6. Kezelőszemélyzet költségei is kedvezőbbek. *A bolygó hengermű kevesebb létszámot igényel* és az egész meleghengerlési sort, amely magában foglalja a kemencét, a hengerállványt és tekercselőt, négy hengerész szolgálja ki. Egy kis karbontartalmú acél lapos bugájának szalagra való kihengerlés munkabérköltségeinek összehasonlítása — azonos szélesség esetén — a bolygó hengermű és a Steckel-típusú hengersor esetében a következő:

Sendzimir hengermű — 7,30 dollár/t,
Steckel hengersor — 11,20—15,40 dollár/t
(költség Európában).

7. Területmegtakarítás is kedvező. A bolygó hengermű a beadó és elvezető görgősorok kis hosszúságával és magának a hengerállványnak a kemencével való együttes nagyságával arányosan a Steckel-féle hengersor és *félfolytatólagos hengersor területigényének csak 50%-át, egy folytatólagos hengersor területigényének csak 30—35%-át igényli.*

8. Kisebb a beruházási költség. A bolygó hengermű összehasonlítható tonnateljesítménye mellett *a félfolytatólagos vagy folytatólagos hengersor beruházási költségének csak* $^1/_4$*-ét,* $^1/_5$*-ét teszi ki.* Ez abból a tényből adódik, hogy a sorozat csak egy állványból és a mögötte álló kis kikészítő állványból áll. Ez összehasonlítható a félfolytatólagos sor hat állványával, vagy a teljes folytatólagos sor 10 állványával. A bolygó hengermű esetében megfelelően csökken a villamos felszerelés, az alapozás, a segédfelszerelések és annak alapterületének költsége. Más hengersorokhoz viszonyítva az 1 tonna acéltermékre vetített amortizációs költségek csak 20—25%-ot tesznek ki.

A bolygó hengerművekben elért haladás

Jelenleg (1969. évi állapot) 17 bolygó hengermű működik, és több tervezés alatt áll.

Az első Sendzimir-féle bolygó hengermű az 1952-ben üzembehelyezett „Ductile Steels PL 24—18". A minimális hengerlési vastagság 1,2 mm. Az anyag nagy részét közvetlenül a hengerműből melegen hengerelt állapotban mélyhúzásra használják. Itt korábban hidegen hengerelt anyagot követeltek meg, például a Ford gépkocsik kerekei számára. Ez a megoldás a szalag kitűnő szélességi és hosszúsági mérettűréseinek, valamint a felület kiváló minőségének és az anyag képlékenységének köszönhető.

Norrbottons PL 52—52 Lucá-ban, észak Svédországban a jelenleg dolgozó, legszélesebb bolygó hengermű. Üzembehelyezésére 1962 nyarán került sor. A 70 t/óra teljesítményű hengerművet egy 2200 kW egyenáramú motor hajtja. Az egyenáramú motor alkalmazása lehetővé teszi a hengerállvány munkájának nagyobb rugalmasságát és azt, hogy optimális hengerlési viszonyokat érjünk el a lapos bugák beadása és a munkahengerek sebessége vonatkozásában. Ez a hengersor 95 mm vastag és 1150 mm-ig terjedő szélességű lapos bugákat 1,70 mm minimális vastagságra hengerel. Ez egy szúrásban történik. A hengersor 20 mm-ig terjedő vastagságú lemezt is hengerelhet. A lemezek hengerlésekor vastagabb laposbugákat is lehet feldolgozni, feltéve, hogy a soron a maximális redukció a 95 mm-t nem lépi túl. Ennél a sornál egy új konstrukciójú Sendzimir tekercselőt alkalmaztak.

SKF Wellefors, PL 32—22 Svédországban. Ez a hengersor a Közép-Svédországban levő SKF üzemben telepítve szép és egyedülálló karbantartó műhellyel rendelkezik, ahol a bolygó hengerek és a hozzávezető görgők összes egységeit úgy, mint a kikészítő állvány hengereit, közvetlenül a bolygó hengermű csarnokából veszik át.

Benteler PL 32—22 Németországban. Ez a hengersor különös figyelmet érdemel, mert *az első olyan hengersor, amely közvetlenül egy folyamatos öntőművel van összekapcsolva.* A hengersor 450 mm szélességű egyes tekercsek gyártására alkalmas, azzal, hogy a tekercsek 508-tól 2040 mm-ig átmérővel tekercselhetők. Ezek a legnagyobb tekercsátmérők, amelyeket az iparban erre a szélességre hegesztés nélkül (ellenálláshegesztés) elértek. Nagyobb tekercselőgép segítségével még nagyobb tekercseket is lehet gyártani.

Henry Wigginz PL 24—18 Angliában. Ez a hengersor mind Nimonic típusú, mind pedig Inconel és Monel típusú ötvözeteket hengerel. Igen hasonlít a Habershon hengersorhoz, kivéve, hogy nagyobb a beépített teljesítménye és ennek következtében nagyobb a termelése.

A hengersort magát igen kemény ötvözetek hengerlésére megerősítésekkel egészítették ki.

A legnagyobb Sendzimir-féle bolygó hengermű a PL 64—57 a Tracy Atlas Steels új üzemében, *Quebec-ben, Kanadában van.* Ez a hengermű 1320 mm szélességű és 128 mm vastag, folyamatos öntőműből kikerülő lapos, rozsdamentes acélbugákat dolgoz fel és szalagot, valamint lemezeket egyaránt hengerel. A fő hajtómotor egy 6600 kW teljesítményű, váltakozó áramú motor.

Folyamatos öntés és bolygó hengerművek

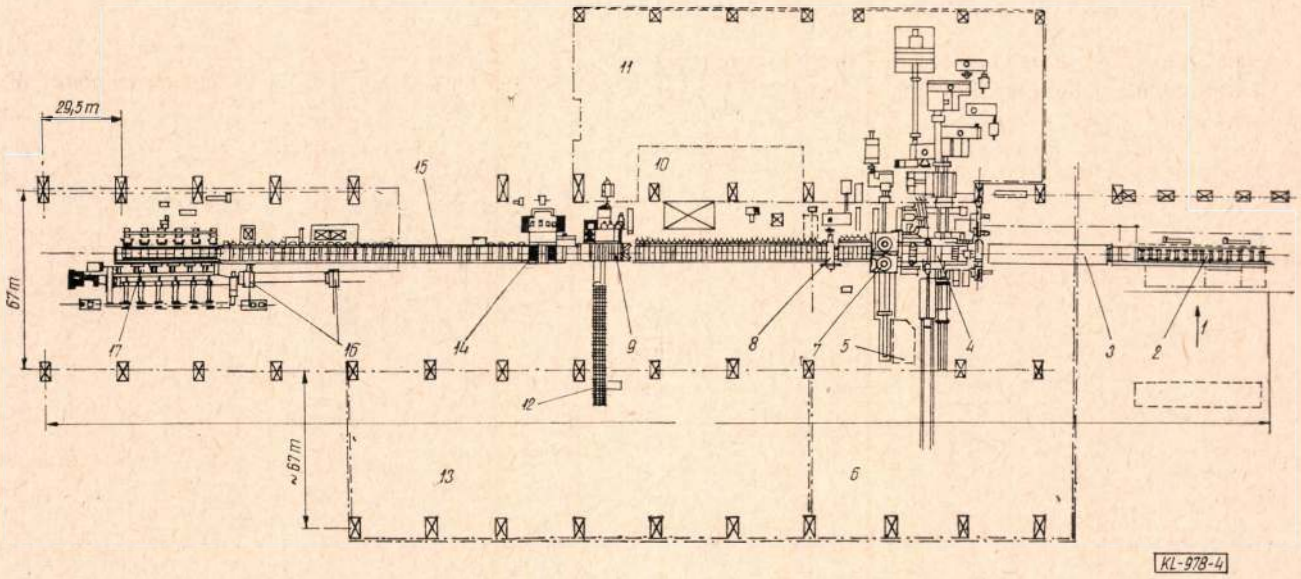
Egy bolygó hengermű és folyamatos öntőmű *első kombinált berendezése* a PL 32-33 hengersor a *Benteler* üzemekben *Paderbornban,* az NSZK-ban *(4. ábra),* 1962-ben üzembehelyezett hengersor.

A „folyamatos öntőmű — bolygó hengermű" berendezés gazdaságossága igen attraktív, mert mindkét rendszer kiegészíti egymást. Mindegyiket kisebb anyagi ráfordítás jellemzi az egyéb berendezésekhez képest, nagymértékben csökken a munkabér, kisebb az üzemeltetési költség, nagyobb a kihozatal és kisebb a revevesztség, kisebb az anyag átalakításának költsége, nagy a sokoldalúság és nagy a teljesítmény *(5. ábra)*.

A jövőbeni bolygó hengermű

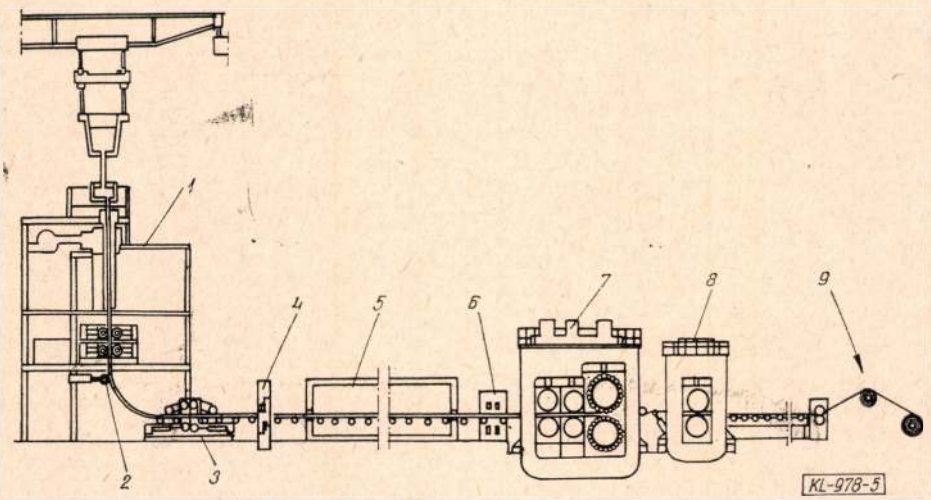
A fejlődés foka még nem érte el a végleges szintet és a jövőbeni hengerművek tervezésében fel fogják használni a gazdag, eddig elért tapasztalatokat. Ha ezt a teljesítmény csökkentése nélkül végre lehet hajtani, a jövőbeni hengerművek a legújabb technikai eredmények érvényesítésével leegyszerűsödnek. A bolygó hengerműveken jelenleg gyártott szalag kikészítettsége és mérettűrései megfelelnek a kereskedelmi minőségű hidegen hengerelt szalag feltételeinek. Szerkesztés alatt vannak 2040 mm szélességig terjedő hengersorok, amelyek szalagot vagy lemezt olyan teljesítményekkel fognak hengerelni, amelyek néhány évvel ezelőtt elérhetetlennek látszottak.

A jövőben meg lesz annak a lehetősége, hogy teljesen kiküszöböljék a pácolást és a bolygó hengersoron a szalagokat oxidrétegek nélkül lehet majd gyártani. Az ezirányú kutatások és fejlesztés már igen előrehaladott stádiumban van. Amikor ezt a célt sikerül elérni, a jelenlegi konstrukciót egy kis Sendzimir tandem hengersorral lehet majd helyettesíteni, hogy a melegen hengerelt szalagot hidegen hengereltté redukálják, szűk mérettűrések mellett. Az ilyen típusú, teljesen integrált üzem számos olyan folyamatra fog kiterjedni, amelye-



4. ábra. Bolygó hengersor berendezéseinek elrendezése

1 — lapos bugák, 2 — berakó önjáró bugagörgősor, 3 — bugahevítő kemence, 4 — bolygó állvány, 5 — fő vezérlőasztal, 6 — hengercsiszoló műhely, 7 — simító, 8 — olló, 9 — tekercselő, 10 — olajpince, 11 gépcsarnok, 12 — tekercsszállító-szalag, 13 — tekercsraktár, 14 — egyengető, 15 — lemezek önjáró görgősora, 16 — táblavágás, 17 — lemeztáblák rakásoló berendezése



5. ábra. Folyamatos öntőmű — bolygó hengersor kombinációja, egy folytatólagos berendezésként

1 — folyamatos öntőmű, 2 — hajlítóhéngerek, 3 — egyengető, 4 — bugavágás, 5 — bugahevítő kemence, 6 — revétlenítő berendezés, 7 — Sendzimir-féle meleglemez bolygó hengersor, 8 — simító állvány, 9 — tekercselő

ket hideghengerlés után végeznek el, mint folyamatos izzítás, az azt követő ónozás, horganyzás, alumíniumozás vagy más védőbevonatok alkalmazása, és az ugyanabban a vonalban levő Sendzimir-féle simítón való átbocsátás.

A Sendzimir-féle hideghengerművek

Tadeus Sendzimir eredményeinek tárgyalásakor nem hagyhatjuk figyelmen kívül a Sendzimir-féle hidegen hengerelt szalag hengersorokat, amelyek az egész világon elismertek és hírnevet szereztek. Ma már 430 ilyen sor dolgozik, illetve áll építés alatt *(2. táblázat)*.

2. táblázat

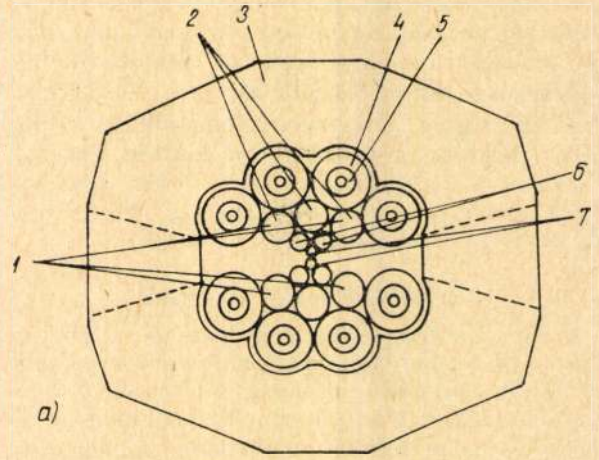
Az egész világon dolgozó vagy tervezés alatt álló Sendzimir-féle berendezések

Ország	Lemez horganyzó sor	Sokhengeres hengersor	Bolygó hengersor
Dél-Afrika	2	1	—
Anglia	7	30	4
Ausztrália	—	5	1
Ausztria	—	1	—
Argentína	2	—	—
Belgium	3	5	—
Brazília	—	1	—
Csehszlovákia	2	1	—
Franciaország	13	37	—
Spanyolország	—	4	1
India	2	3	1
Japán	13	60	5
Jugoszlávia	—	1	—
Luxemburg	2	—	—
Mexico	1	—	—
Norvégia	—	1	—
NSZK	4	10	2
Lengyelország	1	2	—
Svédország	1	1	2
Svájc	—	1	—
USA és Kanada	14	253	1
Olaszország	3	11	1
Szovjetunió	1	2	—
Összesen ...	70	430	17

Mindenki jól ismeri a Sendzimir-féle hideghengerművek tökéletes konstrukcióját, azoknak összehasonlíthatatlan helyzetét és hírnevét, amelyet a legkeményebb és a közönséges fémek gazdaságos hengerlése terén a világon kivívott magának.

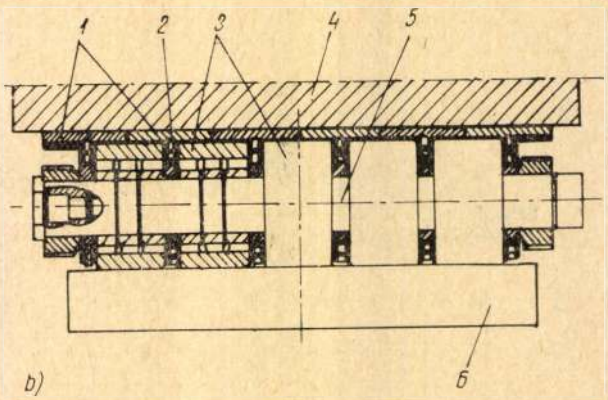
Az alábbiakban bemutatjuk szerkezetük alapvető jellegzetes tulajdonságait.

A *6a, b, c* és *d ábrán* bemutatjuk a hengerek elrendezését (elhelyezését) és az 1—2—3—4 típusú Sendzimir-féle hengerállvány jellegzetes tulajdonságait, amiből kitűnik, hogy a kis átmérőjű munkahengereket az első és második közbenső henger és ezt követően a támcsapágyak (teherhordó csapágyak) készlete támasztja meg, amelynek a burkolatban levő betétje egy-egy darabból álló acélöntvény. Ez merevebb és kisebb a behajlása, mint az állvány bármely más részének. A beállító csavarok rendszerét hidraulikus hengerekkel lehet működtetni. A hengerek a nyergekben excentereken felszerelt támcsapágyakat forgatnak (lásd *6d ábra*). Ez a rendszer a konvencionális csavaroknál



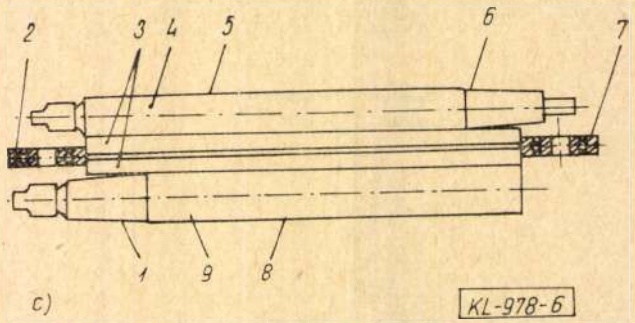
6a ábra. Kéthengeres Sendzimir hengerállvány elrendezése

1 — hajtott hengerek, 2 — 2. sorbeli támhengerek, 3 — hengerállvány, 4 — támcsapágyak, 5 — csapágytengely, 6 — 1. sorbeli támhengerek, 7 — munkahengerek



6b ábra. 20-hengeres Sendzimir-féle hengerállvány rögzítő készlete

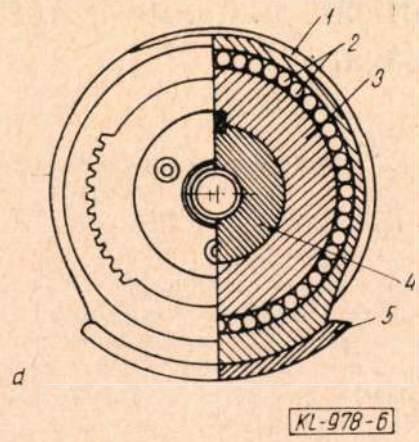
1 — alátámasztás, 2 — excentergyűrű, 3 — rögzítő alátámasztás, 4 — hengerállvány, 5 — csapágytengely, 6 — hajtott hengerek



6c ábra. 20-hengeres Sendzimir-féle hengerállvány elsősorbeli támhengereinek oldalsó kereszt-beállítása

1 és 6 — a henger kúpja, 2 és 7 — munkahenger hosszanti támcsapágya, 3 — munkahengerek, 4 és 9 — 1. sorbeli támhengerek, 5 és 8 — henger hengeres része

és csavaranyáknál kisebb „indítónyomaték"-kal rendelkezik és ideálisan alkalmas az automatikus vastagságellenőrzésre. A támgörgőkbe beszerelt domború szabályozó lehetővé teszi, hogy az egyedi excentergyűrűket a nyergekben beállítsuk. Az utolsó állványokban a domborúságot a kezelő a hen-



6d ábra. Rögzítő készlet végének képe alátámasztáson való metszettel

1 — rögzítő alátámasztás, 2 — tűgörgős csapágy görgői, 3 — excentergyűrű, 4 — csapágytengely, 5 — alátámasztás talpa

gerlés alatt szabályozhatja, amivel a szalag alakját a hengersor leállítása nélkül lehet korrigálni.

Ezen hengersorok egyetemességéhez hozzájáruló más jellegzetes tulajdonság az első közbenső hengerek „oldalsó szabályozója". Mint ahogyan az a 6. ábrából látható, ez a szabályozó lehetővé teszi a különböző szélességű és keménységű szalag hengerlését, a szélesség előkészítési idő nélküli változtatását és a behengerelt szélek kiküszöbölésében is hatékony.

A Sendzimir-féle hideg hengersorok alkalmazásának fő területei a következők:

Minden fajta rozsdamentes acélt több, mint 100 hengersoron, a karbonacélokat és az ónozott lemezeket több, mint 16 hengersoron, a hőálló ötvözeteket és színesfémeket pedig több, mint 180 hengersoron hengerelnek.

Franciaországban megépítették az igen széles lemezek hengerlésére alkalmas hengersort, amelyen hidegen hengerelnek 2040 mm szélességig karbonacél-lemezeket és 1520 mm szélességig rozsdamentes acéllemezeket, minimum 0,40 mm vastagságig, $\pm$ 0,005 mm vastagsági eltérés mellett. Nagyobb hengersorokon a szélesség és vastagság arányát rendszerint 12 500:1-nek megfelelően tartják be. A legkisebb létesített hengersorokon 116 mm szélességig hengerelnek szalagot. Ezek az állványok mágneses ötvözetekből és rozsdamentes acélból 0,025 mm vastagságig, rézből 0,0018 mm vastagságig, hengerelnek szalagot. Ez a szélesség és vastagság viszonyában majdnem hihetetlen arányt jelent, mégpedig 50 000:1-hez. Az állványokon automata vastagságellenőrzési berendezés van felszerelve, az adatok egyidejű regisztrálásával. A betartott $\pm$ tűrés 0,000127.

Összefoglalás

A fenti adatok a kohóiparban az utolsó évtizedben elért lényeges eredményeket szemléltetik. A Sendzimir-féle bolygó hengermű a koncentrált, 98%-ig terjedő redukció egyedülálló elvét képviseli, amely redukció a hengerlési üreg zónájában egy szúrásban a kis redukcióknak (hengernyomásoknak) egymást gyorsan követő előfordulása hatására — háromoldalú nyomások mellett — áll elő. Ez javítja az anyag strukturális tulajdonságait, minthogy az anyagot a konvencionális hengersorokhoz képest alacsonyabb hőmérsékleteken hengerlik. Ugyanakkor a kilépő szalag hőmérséklete magasabb, mint a bugáé, amelyből kihengerelték, mégpedig a redukció zónájában hővé átalakított, a képlékeny alakváltozás energiájával arányosan.

A hengersor szerkezete és hőstabilitása olyan szalag gyártását szavatolja, amelynek tűrései és felülete összehasonlítható a hidegen hengerelt kereskedelmi szalaggal. A Sendzimir-féle bolygó hengerállványok minden közönséges fémet, a rozsdamentes és gyorsacélokat, valamint a hőálló fémeket is hengerelnek. A jelenleg dolgozó és szerkesztés alatt álló, termelési célokat szolgáló hengersorok 455 mm-től 2040 mm szélességig, évente 50 000 és 1 000 000 tonna között termelnek. A fejlesztési stádiumban levő más hengersorok — ugyancsak 1 millió t/év termelési kapacitással — az előnyújtó tandem hengersorok helyettesítésére szolgálnak majd.

Jelenleg, amikor a bolygó hengersor és a folyamatos öntés egy termelési egységet képez, a folyékony fémtől a kész tekercsig egy folytonos vonalban, a pácolás kiküszöbölésének gyors perspektívájával, precíziós tűrésekkel hidegen hengerelt szalag termelését igéri a jövő. Tény az, hogy a Sendzimir-féle hideg hengerművek megtartják domináló szerepüket a világban, de nem szabad ebből azt a téves következtetést levonni, hogy azok egyedül képviselik azokat a speciális hengersorokat, amelyek a más hengersorokon nem, vagy csak nehezen hengerelhető fémek hengerlésére alkalmasak. Bár igaz, hogy számos Sendzimir-féle hengersor kemény fémeket és olyan fémeket hengerel, amelyeket hagyományos hengersorokon nem lehetne feldolgozni, de a Sendzimir-féle hideghengersorokon hengerelt volumen több, mint a felét karbonacélok, alumínium, réz és rézötvözetek, valamint számos más fém képezi. A Sendzimir-féle hideghengersor hírnevet szereztt magának, ónozott lemezeknek és különösen a legutóbb bevezetett „vékony ónozott" lemezek hengerlése terén is.

A *2. táblázatban* összefoglalva megadtuk az üzemelő vagy tervezés alatt levő Sendzimir berendezések adatait az egész világra vonatkoztatva.

Ford.: *Pataricza Imre*

IRODALOM

[1] *Tovini, R.:* Sheet Metal Industry 1960. 7. szám.
[2] *Walter, H. M.:* Iron and Steel 1955. 2. és 3. szám.
[3] *Blain, P.:* Cirs Inf. Techn. 1958. 4. szám.
[4] *Sendzimir, T.:* Iron and Steel Engineer 1958. 1. sz.
[5] *Ward, H. W.:* Iron and Steel 1958. 1. sz.
[6] *Ess, I. J.:* Iron and Steel Engineer 1959. 4. sz.
[7] Continuous Casting is Coming Steel 1962.
[8] *Sendzimir, T.:* Iron and Steel Engineer 1966. 9. sz.
[9] *Satoru Mori—Bijasiewicz, T. M.:* Iron and Steel Engineer 1967. 9. sz.
[10] Electrical equipment for planetary hot-strip mill. The Asea Journal 1967. 8345E.
[11] *Morizot, M. R.:* De la Revista Ingenieria 1964. Junio, 157. és 158. sz.
[12] *Young, H. G. D.:* Iron and Steel Institute 1955.

A ferrittartalom hatása a titánnal stabilizált austenites saválló acélok mélyhúzhatóságára

TÓTH TAMÁS okl. kohómérnök és okl. kohóipari gazdasági mérnök
NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Kar, Dunaújváros

DK: 669.14.018.84 : 669.2 : 621.983

A nemzetközileg elfogadott Lankford-szám alapján, valamint csészehúzó vizsgálat segítségével megállapítható, hogy a mélyhúzhatóság a ferrit mennyiségének növekedésével csökken. A 2,5% körüli ferrittartalomig a ferrit kedvezőtlenebb hatású, mint 2,5% felett. A legfeljebb 1,5% ferritet tartalmazó lemezek még jól mélyhúzhatók.

Célkitűzés

A dolgozat célja, hogy a titánnal stabilizált austenites saválló acél ferrittartalma és a mélyhúzhatóság közötti kapcsolatot vizsgálva, segítse a mélyhúzásra szánt lemezek minősítését a legkedvezőbb alakítási kihozatal érdekében.

A mélyhúzhatóság és a Lankford-szám összefüggése

A fémes anyagok krisztallitjai egy, a lemez fő irányaihoz illeszkedő tengelykereszthez képest valamilyen helyzetet foglalnak el. Ha a krisztallitok kialakulásakor semmilyen irányító hatás nem érvényesülne, a krisztallitok statisztikusan rendezetlenek lennének. A hidegalakításnak és az újrakristályosodás folyamatának irányító hatása is van. A hidegen hengerelt, vagy lágyított állapotú lemezek krisztallitjai ezért nem statisztikusan rendezetlenül, hanem statisztikusan rendezetten helyezkednek el. Az ilyen lemezek anizotrópok. A krisztallitok orientációjának összességét *textúrának* nevezzük.

Az anizotrópia jellemzésére — a bonyolultságuk miatt főleg kutatási célt szolgáló pólusábrákon kívül —, leginkább a hengerlési irányhoz képest különböző irányokban vett *szakítópróbapálcák* vizsgálata során meghatározható jellemzőket szokás használni. A szakítóvizsgálatból származó szokásos jellemzők azonban a *vastagság irányú anizotrópiáról* nem tájékoztatnak.

A lemez vastagsága irányába mutató anizotrópia jellemzésére alkalmas, *Lankford* nevéhez fűződő mérőszám a következő [3]:

$$R = \frac{\lambda_{\text{term, szélesség}}}{\lambda_{\text{term, vastagság}}}. \qquad (1)$$

Az R *Lankford*-számot tehát a szakítópróbatesten mérhető szélességirányú és vastagságirányú, természetes nyúlás hányadosa adja.

Ha hasáb alakú próbatest valamilyen ΔL mértékben, maradóan változtatja meg az alakját, akkor a térfogatállandóságból következően a keresztmetszete

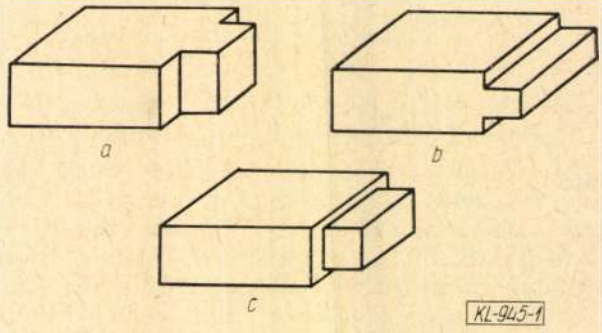
$$F = \frac{F_0 L_0}{L_0 + \Delta L} \qquad (2)$$

értékre csökken. Az F keresztmetszet azonban két változó méretnek, a próba szélességének és vastagságának a függvénye. A próbatest alakváltozására két szélső eset képzelhető el:

a) ha a hosszirányú alakváltozás csak a szélesség rovására történik,

b) ha a hosszirányú alakváltozás csak a vastagság rovására megy végbe.

Mélyhúzás szempontjából az első eset a kedvező; az ilyen tulajdonságú lemez ideálisan jól mélyhúzható lenne. A második esetben a lemez már igen kis alakítás esetén is elszakadna. A gyakorlati körülmények között a lemezek alakváltozása a két szélső eset között van; a lehetőségeket az *1. ábra* mutatja.



1. ábra. A szakítópróbatest lehetséges alakváltozási módjai
a — ideálisan jól mélyhúzható; *b* — ideálisan rosszul mélyhúzható; *c* — gyakorlati eset

Végeredményben mélyhúzhatóság szempontjából az olyan lemez jó, melynek *Lankford*-száma az egységnél nagyobb.

Általában R értéke a következő lehet:

$$\begin{aligned} &R > 1 \\ &R = 1 \\ &R < 1 \ (\text{de } R_{\min} \geqq 0). \end{aligned} \qquad (3)$$

Valamely lemez R-értékét sok tényező együttesen határozza meg. Az R függ a lemez előéletétől, de egy adott lemezen belül is függ attól, hogy a meghatározására szolgáló próbatest a hengerlési iránnyal milyen szöget zár be. Az egész lemezt jellemző átlagos *Lankford*-szám a következő képlet alapján számítható ki:

$$\overline{R} = \frac{R_{0°} + 2R_{45°} + R_{90°}}{4}, \qquad (4)$$

ahol $\overline{R}$ átlagos *Lankford*-szám,
$R_{0°}$ a hengerlés irányával 0°-ot bezáró próbatest *Lankford*-száma,
$R_{45°}$ a hengerlés irányával 45°-ot bezáró próbatest *Lankford*-száma,
$R_{90°}$ a hengerlés irányával 90°-ot bezáró próbatest *Lankford*-száma.

Saját kísérletek

Áttekintés

Kísérleti anyagunk 0,6 mm vastag, importált lemez volt. Az *F* jelű acél ferrittartalmát hőkezeléssel változtattuk. A mélyhúzhatóságot a *Lankford-*

1. táblázat

A lemezek kémiai összetétele súly %-ban

Jelzés	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Ti	Nb	Mo	N	Cr/Ni
D	0,08	0,67	1,85	0,035	0,021	17,4	11,5	0,26	∅	0,1	$3{,}0 \times 10^{-3}$	1,51
E	0,10	1,04	1,23	0,035	0,020	18,0	10,9	0,43	∅	∅	$3{,}0 \times 10^{-3}$	1,65
F	0,12	1,07	1,47	0,032	0,020	18,5	9,65	0,57	∅	0,2	$3{,}0 \times 10^{-3}$	1,92

számmal és csészehúzó vizsgálattal jellemeztük. A ferrittartalmat a Vasipari Kutató Intézetben kifejlesztett ferritmérővel (FERRIKOMP) határoztuk meg. Mikroszkópos szövetvizsgálatot is végeztünk.

Vegyi összetétel

A lemezek vegyelemzésének eredményét (több elemzés számtani átlagát) az *1. táblázat* mutatja. A lemezek összetétele megfelel a *KO 36 (MSZ 4360—66)* minőségnek. A $Cr\%/Ni\%$ hányados alapján a legtöbb ferrit az *F* jelű lemezben várható.

Hőkezelés

Az *F* jelű lemez egy részét, a ferrit mennyiségének növelése érdekében, szilitrudas kemencében, 1320 °C hőmérsékleten kb. 10 percig tartottuk, majd vízben hűtöttük.

A szemcsenagyság hatásának kiküszöbölése miatt biztosítani kell, hogy a lemezek austenitszemcsenagysága azonos legyen. Ezért az *F* jelű lemez fennmaradó részét, valamint a *D* és *E* jelű lemezt 1100 °C hőmérsékleten kb. 40 percig tartottuk, majd vízben hűtöttük. Így ezeknek a lemezeknek az austenitszemcsenagysága egyenlő lett az 1320 °C hőmérsékleten hőkezelt lemez austenitjének szemcseméretével.

Hőkezelés során nitrogén védőgázt használtunk.

Hőkezelés után 10 mm széles és 150 mm hosszú szakítópróbatesteket munkáltunk ki — a szélességi méretet nagy pontossággal — a hengerlési irányhoz képest 0, 45 és 90°-os szögben, továbbá elkészítettük a csészehúzó vizsgálathoz való különböző átmérőjű mintákat is.

Mechanikai vizsgálat

A *Lankford*-szám szakítókísérlettel határozható meg. Az *R* értékére felírt képlet a térfogatállandóság felhasználásával átírható a következő alakra:

$$R = \frac{\ln \frac{b_0}{b}}{\ln \frac{Lb}{L_0 b_0}}, \qquad (5)$$

ahol b_0 és L_0 a próbatest eredeti szélessége és jeltávolsága,

b és L a próbatest szélessége és a jeltávolság alakváltozás után.

A vastagsági méretek így kiküszöbölhetők, az egyenletben csak a nagyobb pontossággal mérhető hosszúsági és szélességi méretek szerepelnek.

A *Lankford*-szám értékét a következőképpen határoztuk meg. A szakítópróbatest középrészén a 20 mm hosszú jeltávolság nagy pontosságú bejelölése után rendelkezésünkre állt egy 10 mm széles és 20 mm hosszú mérőfelület, melynek szélességét és hosszúságát a vizsgálat előtt mérőmikroszkóppal századmilliméter pontossággal lemértük. A szakítókísérletet csak az egyenletes nyúlás határáig végeztük (feltételezhető, hogy eddig az *R* érték állandó), majd a próba leterhelése után a megváltozott jeltávolságok századmilliméter pontosságú lemérésével a *Lankford*-szám meghatározásához szükséges adatok birtokába jutottunk. A szakítás sebessége *5 mm/perc* volt.

A csészehúzó vizsgálatot a szabvány által előírt módon hajtottuk végre (MSZ 5731—68). (*IG* a legnagyobb próbatest átmérője, amely még szakadás nélkül húzható csészévé. Az *IG* átmérő akkor fogadható el, ha a párhuzamosan vizsgált mintáknak legfeljebb 1/3-a szakadt el. A nyomófej átmérő 33 mm; az *L* jelzés 5 mm-es, az *F* jelzés 16,5 mm-es lekerekítési sugarat jelent.)

Szövetvizsgálat

A ferrit mennyiségének mérését alakváltozás előtt és után, a *Lankford*-szám meghatározására való próbatestek középrészén, valamint a csészehúzó vizsgálatra kivágott különböző átmérőjű mintákon hajtottuk végre. Az alakváltozás előtti és utáni mérési eredmények egyeztek, tehát alakítás közben ferromágneses fázis nem képződött. A kísérletet nyáron végeztük, 25—30 °C hőmérsékleten.

A ferritmérővel meghatározott ferrittartalmat néhány esetben *Rosiwal*-féle lineáris mérőmódszerrel ellenőriztük. Az eredmények egyeztek. A ferritet 35 cm^3 kénsavból (fs.=1,84 g/cm^3) és 65 cm^3 vízből álló oldattal tettük láthatóvá; 90—100 °C hőmérsékleten, 10—30 másodpercig marattunk. A ferrithatár és a ferrit maródott. A *2. ábra* az *F* jelű lemez egyik 1100 °C-on hőkezelt, a *3. ábra* pedig egyik 1320 °C-on hőkezelt, hosszirányú mintájának ferritjét mutatja.

Az austenitszemcsenagyság meghatározása érdekében a mintákat királyvízben (75 cm^3 sósav, fs= =1,19 g/cm^3 + 25 cm^3 salétromsav, fs=1,42 g/cm^3), 20 °C hőmérsékleten, 15—60 mp-ig marattuk.

A kísérlet eredményeinek értékelése

A ferrittartalom és a *Lankford*-szám közötti összefüggést mutató mérési eredményeket a *2. táblázat* tartalmazza. A táblázatban 3—3 párhuzamo-

2. táblázat

A ferrittartalom hatása a Lankford-számra

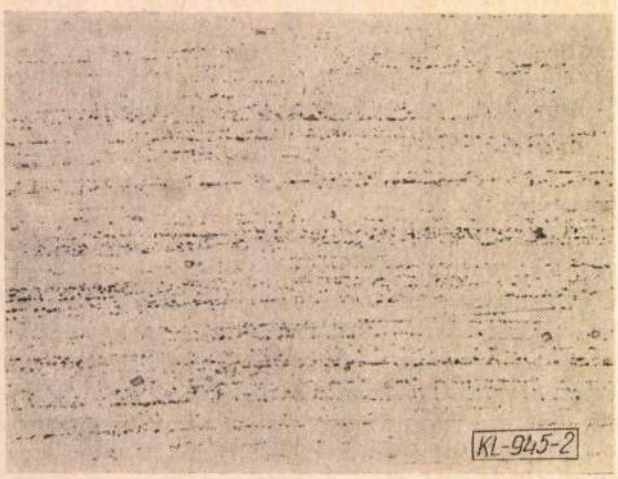
Jelzés	Hőkezelés	Ferrittart., térf.%	Lankford-szám			
			$R_{0°}$	$R_{45°}$	$R_{90°}$	$\overline{R}$
D	40 perc 1100 °C/víz	0,50	0,550	1,630	1,056	1,217
E	40 perc 1100 °C/víz	2,30	0,466	1,100	0,840	0,877
F	40 perc 1100 °C/víz	2,85	0,440	1,055	0,807	0,839
F	10 perc 1320 °C/víz	5,30	0,356	0,960	0,717	0,748

san vizsgált szakítópróbatest eredményeinek számtani átlaga van feltüntetve.

A ferrit mennyiségének hatása a *Lankford*-számra a *4. ábrán* látható. Megfigyelhető, hogy a ferrittartalom növekedésével a *Lankford*-szám értéke csökken, azaz a mélyhúzhatóság romlik. 2,5% körüli ferrittartalomig a ferrit kedvezőtlenebb hatású, mint 2,5% felett.

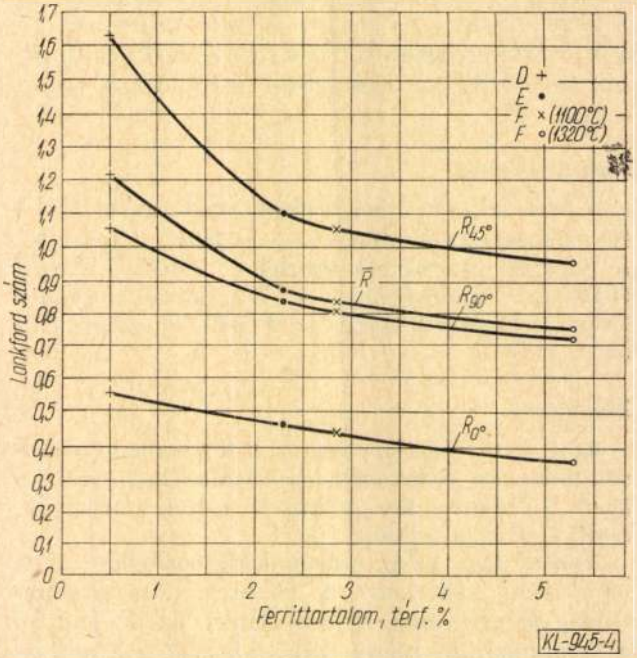
Legkedvezőbb a 45°-os minták *Lankford*-száma, legkedvezőtlenebb a 0°-os mintáké. A keresztirányú minták görbéje ezek között helyezkedik el és jól megközelíti az átlagos *Lankford*-szám görbéjét.

Az átlagos *Lankford*-szám görbéje kereken 1,5% ferrittartalomnál csökken az egység alá; ami azt jelenti, hogy a legfeljebb 1,5% ferritet tartalmazó lemezek mélyhúzhatósága még jónak mondható.



2. ábra. Ferritfüzér és austenit; metallográfiai csiszolat kénsavas oldattal való maratás után. N = 150×

3. ábra. Ferrit és austenit, kénsavas oldattal maratott csiszolaton. N = 150×



4. ábra. A Lankford-szám a ferrittartalom függvényében

A technológiai próbák — csészehúzó vizsgálat, *Fukui* vizsgálat [4] — a mélyhúzás tényleges viszonyait utánzó módszerek.

Csészehúzó vizsgálat során, a minél nagyobb mélységű csésze húzása érdekében, a lemeznek kettős követelményt kell kielégítenie. Egyrészt a nyomófej végénél megfelelő szilárdságúnak kell lennie, hogy a húzó terhelést átadhassa a szerszámról a ránctartó alatti anyagra. Másrészt képlékenynek kell lennie, hogy a ránctartó alatti alakváltozás könnyen végbemehessen. Ezeket a követelményeket az a lemez elégíti ki leginkább, melynek vastagság irányú alakváltozása kicsi, és az alakváltozás a szélesség rovására történik.

3. táblázat

A csészehúzó vizsgálat eredményei

Jelzés	Ferrittartalom, térf. %	IG_L mm	IG_F mm
D	0,8	72	72
F (1320 °C)	3,3	70	70

A csészehúzó vizsgálat eredményei a *3. táblázatban* láthatók. Megfigyelhető, hogy a szakadás nélkül csészévé húzható legnagyobb próbatest átmé-

rője — a mélyhúzhatóság — a ferrit mennyiségének növekedésével csökken.

Megállapítható tehát, hogy a ferrittartalom növekedésével a *Lankford*-szám értéke, valamint a szakadás nélkül csészévé húzható legnagyobb próbatest átmérője, azaz a mélyhúzhatóság csökken *(4. ábra, 3. táblázat)*. A 2,5% körüli ferrittartalomig a ferrit kedvezőtlenebb hatású, mint 2,5% felett. Az átlagos *Lankford*-szám görbéje kereken 1,5% ferrittartalomnál csökken az egység alá, ami azt jelenti, hogy a legfeljebb 1,5% ferritet tartalmazó lemezek mélyhúzhatósága még jónak mondható.

IRODALOM

[1] *Tóth J., Verő B.:* Az V. Anyagvizsgáló kongresszus előadásai I., Budapest, 1970. 123.
[2] *Verő B.:* BKL Kohászat **104** (1971) 305—308.
[3] *Lankford, W. T.:* Trans. ASM. **42** (1950) 1197.
[4] *Listhuber, F. E., Silber, F. A.:* Az V. Anyagvizsgáló kongresszus előadásai I., Budapest, 1970. 129.

Térfogatpontos darabolás bugaollón

VAS IVÁN okl. gépészmérnök
Gépipari Technológiai Intézet

DK: 621.771.22 : 62—531

A szerző olyan eljárást ismertet, amely hosszstengellyel rendelkező rúdanyagok térfogatpontos bemérésével állandó mennyiségek pontos leszabását teszi lehetővé. A bevezetett eljárás mérőrendszere meglevő ollókhoz és fűrészekhez csatlakoztatható. Alkalmazásának gazdasági előnyei: alapanyagszükséglet, kovácsolási gépi időszükséglet és energiaszükséglet csökkenése, a kovácsszerszámok tartósságának növekedése.

Bevezetés

A képlékeny alakító üzemek (kovácsüzemek, hidegsajtoló üzemek, csőgyárak, néhány kohászati üzem) többségében — a tömeggyártó, rúdautomatákat használó üzemeket kivéve — a megmunkálás a hengerelt, a sajtolt vagy húzott rúd és a hengerelt buga darabolásával kezdődik. A darabolás korszerűsége nagymértékben megszabja a gyártási költségek alakulását — elsősorban az anyagkihozatalt, de a termelékenységet és a gyártott termék méretpontosságát is.

Az utóbbi években a képlékeny alakításban a darabolás világszerte a figyelem és a fejlesztés előterében volt. Új darabolási eljárásokat és berendezéseket fejlesztettek ki, amelyek gyorsan terjednek.

A rúd- és bugadarabolás jelentősége a képlékeny alakító üzemek számára igen nagy. A kovácsipar például termékei előállításához túlnyomórészt rudat és bugát használ fel. A rúd és a buga részaránya a kovácsipar alapanyag választékán belül (az öntecshez képest) állandóan növekszik. Az *1. táblázatban* bemutatjuk néhány ország erre vonatkozó főbb adatait.

1. táblázat

Hengerelt rúd és buga felhasználás egyes országok kovácsiparában

Ország (év)	Kovácsipar termelése tonna	Hengerelt rúd és buga felhasználás tonna
Magyar Népköztársaság (1962)	130 000	95 000
Szovjetunió (1959) ...	4 600 000	5 200 000
Nagy-Britannia (1957), (1960)	850 000	900 000*

*Becsült adat

A Gépipari Technológiai Intézet Képlékenyalakítási Főosztályának tevékenységében jelentős helyet foglal el a darabolási eljárások fejlesztése. A következőkben ismertetjük az Intézetben elért eredményeket a térfogatpontos darabolás megvalósításában, amelyek a VOLCUT berendezés (Volumetric Cutting) kifejlesztését eredményezték. Az eljárás és berendezés mind a Magyar Népköztársaságban, mind az iparilag fejlett országokban szabadalmi védettséget kapott.

A fejlesztő munka előzményei

A berendezés kifejlesztését az az igény ösztönözte, hogy a képlékeny alakító üzemekben — az egyéb pontossági követelményeken kívül — az állandóan korszerűsödő technológia és berendezésállomány gazdaságos alkalmazásához a kiinduló anyag — darabolt rúd és buga — térfogatának szűk határok közti ingadozását kell biztosítani. Ugyanakkor a kohászat olyan rudat és bugát szállít, amelynek méterenkénti súlya — a szabványos szelvény mérettűréseken belül — átlagosan 10%-os mértékben szór a névleges méterenkénti súlyhoz képest. A *2. táblázatban* bemutatjuk a rudak és bugák mérettűréseit az MSZ, a GOSZT és a DIN szabványok szerint.

Példaképpen: a ⧄ 80 mm-es buga tűrése a GOSZT szerint $^{+1,6}_{-2,5}$ mm, ami 10%-os szelvényterület (keresztmetszet) szórásnak és fix darabolási hossz esetén ugyanekkora darabolt súlyszórásnak felel meg. Ezt a *3. táblázatban* az ∅ 40 mm-es rúdra és a ⧄ 60 mm-es bugára (MSZ szerint) kiszámított értékek is mutatják.

A szabványokban rögzített méreteltéréseken kívül a szelvény területének változását eredményezik a helyi hibák és azok eltávolításának következményei, amelyek a daraboláskor további súlyszórás forrásai.

Tekintettel arra, hogy az iparban széles körben elterjedt rúd- és bugadaraboló ollókon a darabolási hosszt — ütköző beállításával — a darabolás kez-

2. táblázat

Kivonat hengerelt négyzetacélok és bugák szabványaiból

Oldalméret (mm)		Oldalméret tűrése mm-ben					
		Buga		Rúd			
Buga	Rúd	MSZ 359—62	GOSZT 4693—57	MSZ 4341—60	GOSZT 2591—57 átlagos	GOSZT 2591—57 nagypontosságú	DIN 1014
(40)	40	—	+1,0	+0,5	+0,4	+0,2	
(45)	45	—	—1,5	—0,7	—0,7	—0,6	±0,8
50	50			+0,6	+0,4	+0,2	
(56)	55		+1,3	—1,2	—1,0	—0,9	±1,0
(63), (70), 60	60	±3,0	—2,0		+0,5	+0,3	
(90), 70, 75, 80	52— 80		+1,6; —2,5	—	—1,1	—1,0	
(105), 90, 100	83—100		+1,8; —3,0	—	+0,5; —1,3	+0,4; —1,2	±1,3
120	103—120		—	—		+0,6; —1,8	±1,5
150	130—150	±5,0	—	—	+0,8 —2,0	+0,6; —2,0	±2,0

A zárójelben levő méretek csak a GOSZT-ban fordulnak elő

detekor beállítják és a gyártási sorozat levágása közben gyakorlatilag nem változtatják, a darabolás nem azonos térfogatra (súlyra), hanem fix hosszra történik. A névleges súlynál kisebb súlyú és ennek következtében az alakítás közben esetleg selejteződő daraboktól való reális félelem miatt a beállítás mindig jelentős, 5—7%-os súlytöbblettel folyik a névleges darabolási súlyhoz képest. Ezt az állapotot az *1. ábrán* az „a" jelű gyakorisági görbe szemlélteti, amelyet sok ezer kovácsüzemi mérést általánosítva rajzoltunk fel. Megállapítható volt, hogy a levágott darabok súlya, illetőleg a súlymérés alapján felvett gyakorisági görbe a névleges súlyhoz képest a pozitív tűrésmezőben helyezkedik el. A gyakorisági görbe meredeksége és a súlyszórást jellemző „szélessége" a rudak és bugák tényleges méretszórásától függ. Az ábrára berajzoltuk a képlékeny alakítás igényeinek megfelelő — kívánatos — gyakorisági görbét (*b*) is. Ez szimmetrikusan helyezkedik el a névleges darabolási súlyhoz képest és a súlyszórás, a névleges súlyhoz képest, nem haladhatja meg a 3—5%-ot (±1,5-től ±2,5%-ig).

Világszerte kísérletek folytak és folynak ma is térfogatpontos daraboló eljárások és berendezések kifejlesztésére. Mind ez ideig egyik kifejlesztett módszer sem terjedt el széles körben. A közzétett megoldások három különféle elven alapulnak:

a) a rúd vagy buga tényleges méterenkénti súlyának meghatározása, a teljes hossz és a súly megmérésével,

3. táblázat

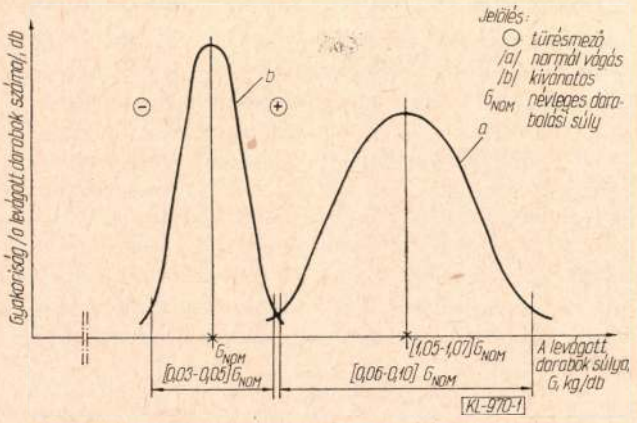
Súly- (térfogat-) változás a szelvény szabványos értéken belüli méretváltozásának függvényében

a) ∅ 40 $^{+0,5}_{-0,7}$ mm MSZ szerinti rudak darabolt súlya kg-ban

Hossz mm / Átmérő mm	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
39,3	0,380	0,428	0,476	0,523	0,571	0,619	0,666	0,714	0,761	0,809	0,857	0,904	0,952
40,0	0,395	0,444	0,493	0,542	0,592	0,641	0,690	0,740	0,789	0,838	0,888	0,937	0,986
40,5	0,404	0,455	0,505	0,556	0,607	0,657	0,708	0,758	0,809	0,859	0,910	0,960	1,011

b) □ 60±3 mm MSZ szerinti bugák darabolt súlya kg-ban

Hossz mm / Átmérő mm	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
57,0	1,51	1,64	1,77	1,89	2,02	2,15	2,27	2,40	2,52	2,65	2,78	2,88	3,03
60,0	1,68	1,82	1,96	2,10	2,24	2,38	2,52	2,66	2,80	2,94	3,08	3,22	3,36
63,0	1,85	2,01	2,16	2,32	2,47	2,63	2,78	2,93	3,09	3,24	3,40	3,55	3,71



1. ábra. Gyakorisági görbe, normál bugadarabolás esetén és a kívánatos értékek

b) a levágott darab súlyának megmérése és a mérési eredmény összehasonlítása a névleges darabolási súllyal,

c) a rúd vagy buga szelvény-területének (keresztmetszetének) mérése.

A kapott mérési eredményeknek megfelelően a daraboló olló ütközőjének helyzetét korrigálni kell. Az *a)* és *c)* pont alatt szereplő módszerek esetében az ütköző korrekciója — az irodalomban publikáltak szerint — minden szál anyagra egy ízben történik, a *b)* pont alatt szereplő módszer esetében minden levágott darab megmérése után az ütköző helyzetét a következő darab vágása előtt korrigálni kell. A *c)* pont alatt szereplő módszer a rúd szelvényméretét hidraulikus karmantyú segítségével méri. Mérés közben a mérendő szálanyagnak állnia kell.

A kívánt cél kijelölése

A rúd és buga darabolás, valamint az előbbiekben ismertetett térfogatpontos daraboló eljárások részletes elemzése és értékelése alapján Intézetünk kidolgozta a térfogatpontos daraboló rendszerrel szemben támasztott főbb követelményeket, majd kifejlesztette az ezt megvalósító eljárást és berendezést.

A rendszerrel szemben támasztott fő követelmények a következők voltak.

1. A rendszer alkalmazható legyen új bugaollókon és már üzemben levő bugaollókra pótlólagosan is felszerelhető legyen.

2. Hengeres és alakos (négyszögletes), kis- és nagyméretű rudak és bugák feldolgozását egyaránt biztosítsa.

3. A darabolandó anyagot a daraboló üzemekben kialakult mozgásuk (szállításuk) közben, külön kiegészítő művelet nélkül mérje.

4. A mérés érintés nélkül történjék.

5. A rendszernek nehézüzemi körülmények között kell hibátlanul dolgoznia.

6. A darabolandó anyag minősége (acél, könnyű- vagy nehézfém) és hőkezelési állapota ne rontsa a mérési pontosságot.

7. A darabolandó anyag szabványos értékeken belüli méreteltérései nem zavarhatják meg a rendszer működését. A méreteltérések lehetnek: szelvényterület változás a névleges mérethez max. 10%-ig; görbeség max. 10 mm/m; felületi hibajavítás; felületi egyenetlenség.

8. A szelvényterület mérési hibája nem haladhatja meg az 1%-ot.

9. A mérendő anyag hőmérséklete a műhelyhőmérséklettől 800 °C-ig terjedhet.

10. A rendszer tegye lehetővé a bugaolló üzemeltetését automatikus ciklusban, az olló maximális löketszáma 80—85%-ának kihasználásával.

11. Az ütközőrendszer a dinamikus hatások érdekében vágás közben ne érintkezzék a ledarabolandó anyagdarabokkal.

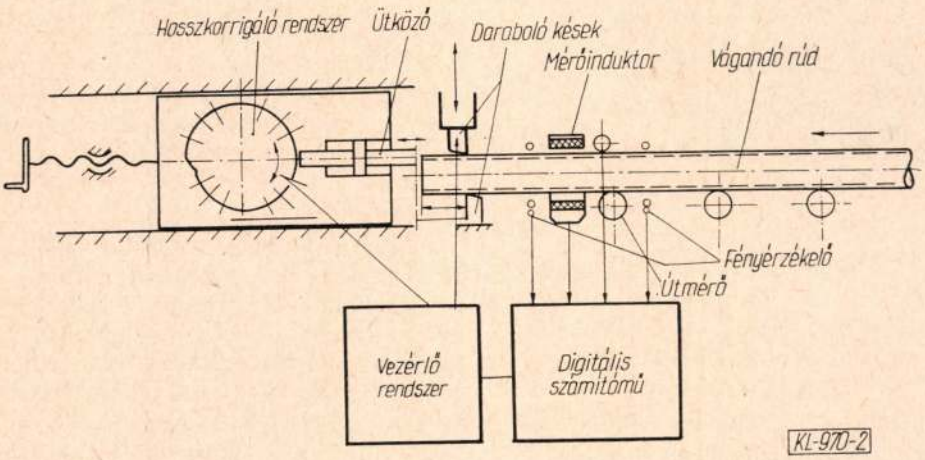
12. Az ütközőrendszer a nekiütköző buga ütése elöl térjen ki, majd igen rövid idő alatt csillapitsa a buga lengését.

13. A ciklusvezérlésnek zárt láncúnak kell lennie.

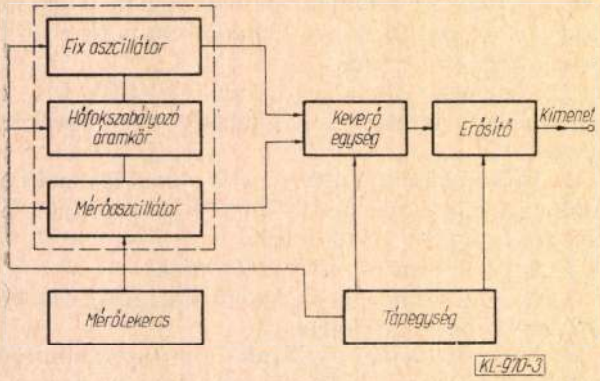
14. A rendszer biztositsa a gyors átállást az egyik darabolandó anyagméretről a másikra, a cserélendő elemek egyszerűek és olcsók legyenek.

15. A rendszert nemcsak ollókon, hanem más daraboló gépeken is alkalmazni lehessen (pl. fűrészeken).

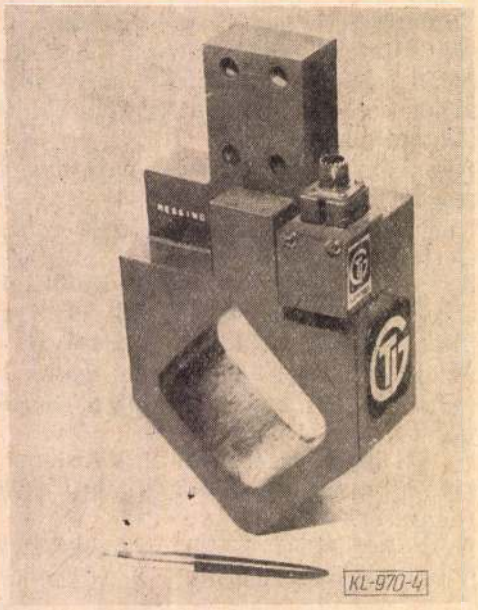
16. A rendszer tegye lehetővé rudak és bugák szelvényterületének (keresztmetszetének) egyszeri vagy folyamatos mérését, a mérési eredményeknek megfelelően a darabolási hossz rudanként egyszer vagy minden levágott darabra történő korrigálását.



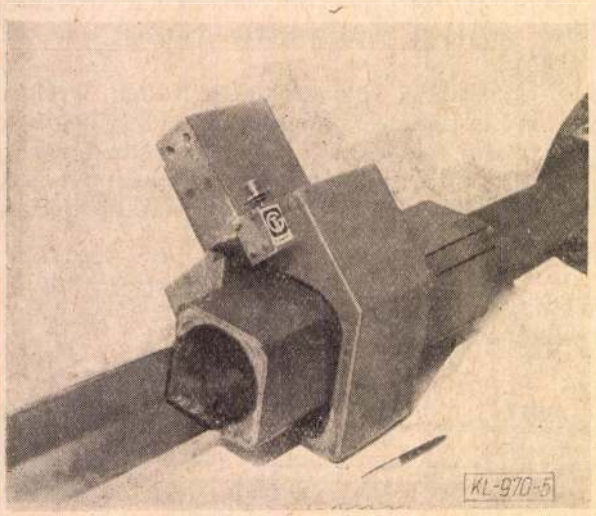
2. ábra. VOLCUT-rendszer elvi vázlata



3. ábra. Keresztmetszetmérő egység elvi vázlata



4. ábra. Mérőtekercs



5. ábra. Üreges etalon mérőtekercsben

17. Az ollókon a rendszerrel vágott darabok súlyeltérésének a névleges súlyhoz képest ± 2 és $\pm 2{,}5$ százalékon belül kell lennie.

18. A daraboló olló — a rendszer kikapcsolása esetén — eredeti állapotában üzemeltethető legyen.

A rendszerrel szerzett üzemeltetési tapasztalatok

A Kombinat Umformtechnik „ERFURT" 630 Mp-os bugaollójára kifejlesztett és felszerelt berendezés igazolta, hogy a célkitűzések megvalósíthatók. A berendezés — az elektronikus számológépet kivéve, amelyet germánium tranzisztorizált változatban építettek — kovácsüzemi körülmények között jól üzemeltethető és számolómű nélkül is biztosítja, hogy a levágott darabok súlyeltérése a névleges súlyhoz képest $\pm 1{,}5$ és $\pm 2{,}5\%$-on belül legyen, amennyiben a darabolandó rúdon vagy bugán jelentős felületi hibajavítások, felületi egyenetlenségek nincsenek.

Ennek megfelelően a kovácsüzemben működő berendezés a rudak és bugák szelvényterületét (keresztmetszetét) egyszer méri meg és ennek a mérésnek megfelelően az adott rúdra a darabolási hosszt egyszer korrigálja. Kísérleti körülmények között, amikor a számológépet megfelelően üzemeltetni lehetett, a buga folyamatos mérésével és minden vágásnál a darabolási hossz korrekciójával a rendszer figyelembe vette a felületi hibákat és egyenetlenségeket is.

A VOLCUT-rendszer felépítése és főbb részeinek ismertetése

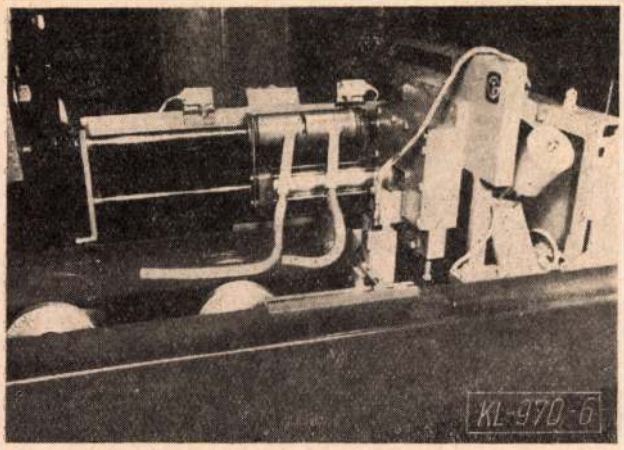
A rendszer elvi vázlatát a *2. ábra* mutatja. A bugaolló görgősorára helyezett buga az indító jel után áthalad a mérőfejen. Beérkezése előtt megszakítja a mérőfej bemeneti oldalán levő fényérzékelőt és forgásba hozza az útmérő egységet, amely a buga elmozdulását méri. A mérőfej kimeneti oldalán ugyancsak fényérzékelő van, amely a keresztmetszet mérést indítja. A fényérzékelőről, az útmérőből és a mérőfejből az elektromos jelek az elektronikus adatfeldolgozó egységbe jutnak, amely a vezérlő egység működéséhez szükséges adatokat szolgáltatja. A vezérlő egység ad utasítást a beállított ütközési hossz korrekciójára és egyben a folyamat automatikus vezérlését is ellátja.

A buga folyamatosan előrehalad, áthalad az ollókések között és felütközik a közben már korrigált hosszértéket biztosító ütközőn. Lezárja az ütközőn elhelyezett elektromos érzékelő érintkezőit és ezzel indítja a vágást. A hosszkorrekciót bütykös tárcsa elfordulása biztosítja.

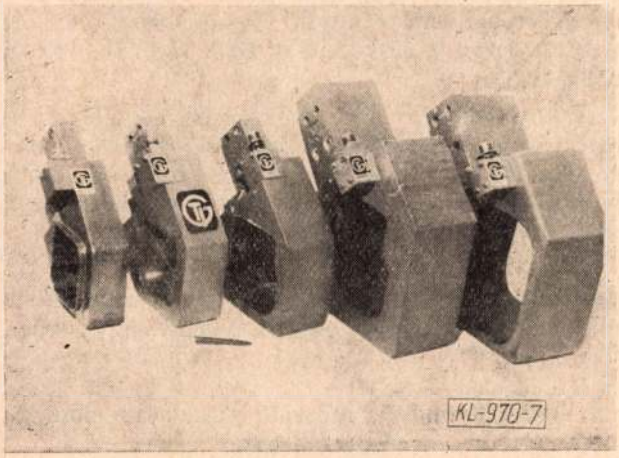
Ha a rendszer a rúd vagy a buga szelvényterületét szálanként csak egyszer méri meg és ennek megfelelően a darabolási hosszt is csak egyszer állítja be (korrigálja), akkor elektronikus adatfeldolgozó és útmérő egységre csak rendkívül leegyszerűsített változatban van szükség.

A mérőrendszer

A szelvényterület mérésére szolgáló mérőrendszer elvi vázlata a *3. ábrán* látható. A szálanyag — előrehaladása közben — áthalad a mérőrendszer mérőtekercsén, amely egyszerű, zárt, a profil kontúrját megfelelő légréssel követő, műanyagba ágyazott réz szalag *(4. ábra)*. Ezzel megváltoztatja a tekercs induktivitását, vagyis a szelvényterület változásával arányos impedancia változást hoz létre, amely elhangolja a mérőoszcillátor frekvenciáját.



6. ábra. Mérőrendszer az olló görgősorán



7. ábra. Magyar szabvány szerinti bugaméretekhez mérőtekercs sorozat

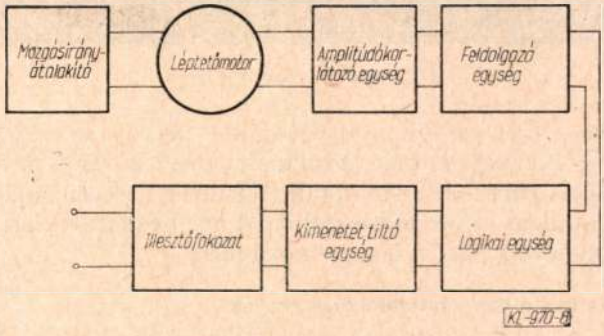
A fix oszcillátor egy állandó frekvenciájú jelet hoz létre. A mérőoszcillátor frekvenciája és a fix oszcillátor frekvenciája a keverő egységbe jut, amelynek kimenetén a mért szál szelvényterületével arányos különbségi frekvenciajel jön létre. A különbségi frekvencia a mérőtekercs mérési tartományában a szelvényterület változásával gyakorlatilag arányosan (lineárisan) változik. A leírtak szerint sikerült olyan mérőrendszert létrehozni, amely a szál anyagminőségére és hőkezelési állapotára nem érzékeny.

Ennek illusztrálásaképpen az *5. ábrán* látható a mérőrendszer bekalibrálásához és időszakos ellenőrzéséhez használatos egyik etalon, amelyet súlycsökkentés miatt üregesen képeztünk ki. Ennek ellenére a mérési eredményt nem hamisítja meg.

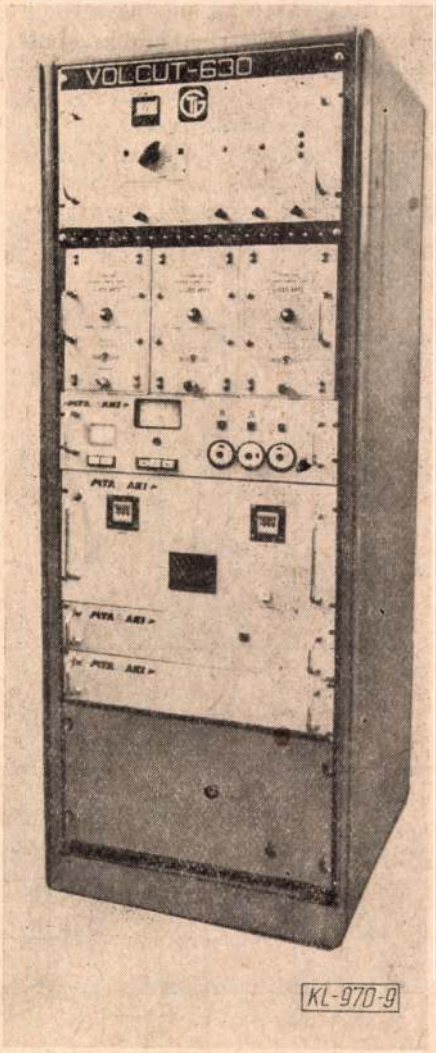
A mérőrendszer — a csatlakozó egységekkel együtt — az olló görgősorára szerelt állapotban a *6. ábrán* látható. A mérőtekercset a mérendő szálanyag szelvényméretének megfelelően cserélni kell. A *7. ábrán* látható a magyar szabvány buga méretsorának megfelelő mérőtekercs sorozat. A cserével egyidőben a fix oszcillátor frekvenciáját át kell kapcsolni a mérendő szelvényméretnek megfelelően. Az átállás időtartama kb. 20 perc.

Útmérő egység

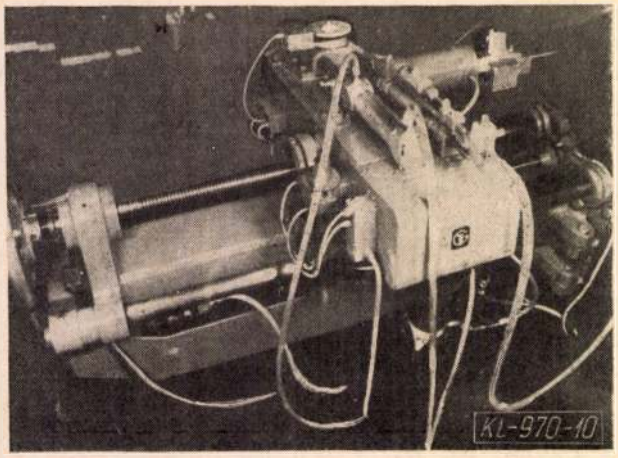
Az egység elvi vázlata a *8. ábrán* látható. A buga folyamatos előre- és hátramozgását a mozgásirány átalakító mechanikus szerkezet folyamatos forgómozgássá alakítja át. Az ehhez kapcsolt léptetőmotor, az elektronikus amplitúdó korlátozó, jelfeldolgozó és logikai egységek biztosítják, hogy a rúd vagy a buga előrehaladását 0,5 mm-enként érzékelni lehet és ennek kijelzésével — a szelvényterület adott helyen végzett mintavételével együtt — a térfogatot meg lehessen határozni. Az egység működése a léptető motoroknak azt a tulajdonságát használja fel, hogy a forgórészt megforgatva az állórészen indukálódott feszültség egy alsó határfordulat számtól kezdve szinuszos feszültség, amelynek frekvenciája arányos a fordulatszámmal.



8. ábra. Útmérő egység



9. ábra. Elektronikus adatfeldolgozó egység



10. ábra. Ütköző rendszer

Jelen esetben így az indukálódott feszültség a rúd vagy a buga előrehaladásának sebességével is arányos. Ha tehát az indukált feszültség frekvenciáját impulzus számrendre alakítjuk át, meghatározhatjuk a rúd vagy a buga elmozdulását.

Elektronikus adatfeldolgozó egység

Az egység feladata az, hogy a mérőrendszer és az útmérő egység által szolgáltatott információkat feldolgozza, ezek alapján meghatározza az előírt darabolási térfogathoz tartozó darabolási hosszt (ütköző korrigált helyzetét), ezt szükség szerint tárolja és időben az ütköző-vezérlő egységhez eljuttassa. Az adatok tárolására azért van szükség, mivel a szelvényterületet mindig az ollókések vágási síkjától távol kell mérni.

Az adatfeldolgozó egység képe a *9. ábrán* látható. Az egység szekrényében helyezkedik el a mérőrendszer és az útmérő egység elektronikus elemei és a tápegységek is.

Az adatfeldolgozó egység a rúd vagy a buga tényleges szelvényterületének megfelelő frekvencia jelet és az elmozdulásnak megfelelő impulzusszám jelet szorozza össze és összegezi. Az előre beállított, előírt darabolt térfogatnak megfelelő érték elérésekor hibajelet képez, amely a 31 lehetséges ütközőhelyzet valamelyikének felel meg.

Ütközőrendszer

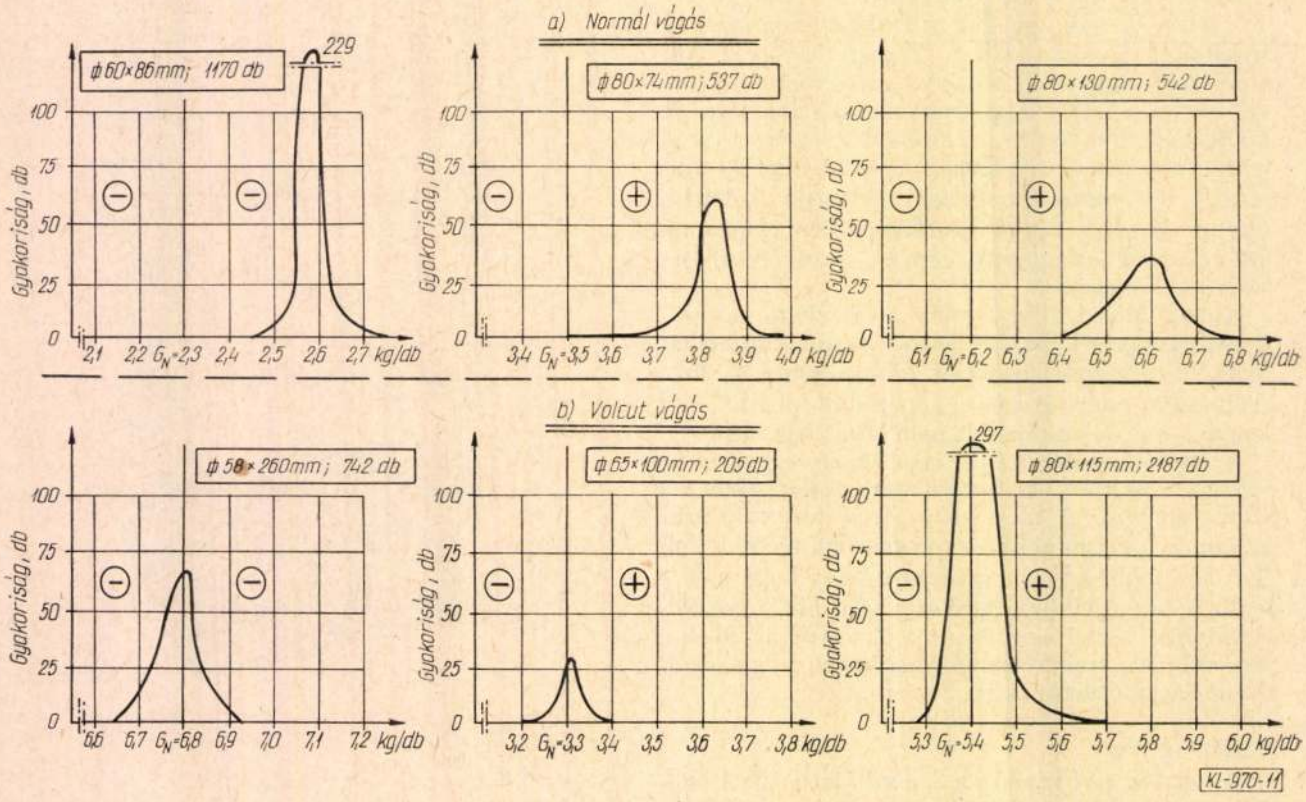
Az ütközőrendszert úgy alakítottuk ki, hogy a bugát az előírt (korrigált) helyzetben $\pm 0{,}1$ mm-es pontossággal tudja megállítani. A névleges hosszt kézzel kell beállítani, majd ezt plusz és mínusz irányban 15—15 helyzetbe automatikusan az ütköző-vezérlő egység állítja be. Az 15 helyzet korrekcióértékei a következők ($\pm$ mm-ben): 0,6; 1,2; 1,8; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 32,0.

A korrekciót a leírt értékeknek megfelelően a tűréstárcsa végzi. Ez egy olyan vezérgörbe, amelynek sugara 10°-os szögenként növekszik vagy csökken. A tűréstárcsa elektropneumatikus vezérléssel és pneumatikus meghajtással működik.

Az ütközőrendszer képe a *10. ábrán* látható. Az ütköző orrmány pneumatikus henger segítségével minden vágás megkezdése előtt a rúd vagy a buga fölé billen.

A VOLCUT-rendszer műszaki—gazdasági előnyei és értékelése

A rendszer műszaki-gazdasági előnyeit az biztosítja, hogy a VOLCUT-rendszerrel felszerelt bugaollókon darabolt anyagok átlagsúlya a névleges



11. ábra. Gyakorisági görbék üzemi mérések alapján

darabolási súllyal megegyezik. A darabolt anyagok súlya a névleges súlyhoz képest a méretviszonyoktól és minőségtől függően $\pm 1{,}5$ és $\pm 2{,}5\%$ között van. Ez az 1. ábrán kívánatosként feltüntetett gyakorisági görbének felel meg. A *11. ábrán* látható néhány gyakorisági görbe, amelyeket hagyományos darabolással és VOLCUT rendszerrel darabolt anyagok tényleges súlyértékeiből állítottunk össze,

Anyagmegtakarítás

A VOLCUT-rendszer alkalmazásával bugaollókon és fűrészgépeken átlagosan 5% anyag takarítható meg. Az 1. táblázatban közölt adatokat figyelembe véve, ha a kovácsüzemben a térfogatos darabolást a termelés felét létrehozó berendezéseken bevezetik, a Szovjetunióban kb. 130 000 tonna, Nagy-Britanniában kb. 25 000 tonna, a Magyar Népköztársaságban pedig 2400 tonna anyagot lehet megtakarítani. Vállalati méretekben ez azt jelenti, hogy azonos mennyiségű kovácsolt termék előállításához 5%-kal kevesebb anyagra van szükség, illetve az azonos kovácsdarabokhoz ledarabolt anyagok átlagos súlya is 5%-kal kevesebb — súlyszórásuk kisebb. Ez további jelentős műszaki-gazdasági előnyök forrása.

Anyagszükséglet csökkentése

A rendszer alkalmazásának előnyei a vállalat teljes anyagforgalmát érintik. Csökken a beérkező hengerelt áru volumene, a raktári készlet és a tároló terület. Ugyancsak csökken az ezzel összefüggő vállalaton belüli anyagmozgatás volumene is. Ennek megfelelően csökken a lekötött forgóeszközök mennyisége, növekszik forgási sebességük. Csökken a szállító berendezés és szállítóeszköz szükséglet.

Különösen jelentős, hogy a daraboláskor létrejövő súlycsökkenés teljes volumenével csökken a keletkező sorja súlya és — ami hasonlóképpen jelentős — a helyfoglalása is. A csökkenés sorjasúlyban kb. 15—20%-os.

A súlycsökkenéssel arányosan csökken a hevítéshez szükséges energia mennyisége és a hevítőberendezésekkel szemben a teljesítmény igény is. Ez kb. 10^5 kcal/tonna energia megtakarítást tesz lehetővé.

Darabolt átlagsúly és súlyszórás csökkenése

Az előbbiekből nyilvánvaló, hogy azonos súlyú kovácsdarabokat átlagosan kisebb súlyú kiinduló anyagokból lehet gyártani, aminek következtében a süllyesztékes kovácsolás során kevesebb sorja keletkezik. Ennek eredményeképpen a süllyeszték üregek terhelése csökken és élettartamuk jelentős mértékben növekszik. Figyelembe véve azt, hogy a süllyesztékköltség a kovácsdarabok önköltségének, az anyagköltségekkel együtt a legjelentősebb tényezője, a VOLCUT rendszer alkalmazásával jelentős költségcsökkenést lehet elérni. A süllyesztékek élettartamának növekedése a kovácsüzemek számára nehezen számszerűsíthető — közvetett előnyöket is jelent, mint pl. a szerszámcsere idők csökkenése, az alakító berendezések jobb kihasználásának biztosítása stb.

Mivel a kovácsolás során kevesebb anyagot kell sorjába kiszorítani, a kovácsolás folyamata is módosul. Süllyesztékes kalapácsok használata esetén az abban nyilvánul meg, hogy csökken a darab kialakításához szükséges alakítóütések száma. Így csökken a gyártási idő, nő a termelékenység. Mechanikus kovácssajtók használatakor a sajtológép terhelése csökken, aminek következtében nő a gépek élettartama, csökken a meghibásodás gyakorisága, a javítási idő és költség.

A levágott darabok névleges súlytól való eltérésének csökkenése lehetővé teszi, hogy az ollón vágott darabokat sorja nélküli sajtoláshoz és melegfolyatáshoz is fel lehessen használni. Ennek eredményeképpen ezeknek az eljárásoknak a műszaki-gazdasági előnyei tovább növekednek és alkalmazásuk szélesebb körben válik lehetővé.

A fémek alakítási szubszerkezete és mechanikai tulajdonságai közötti kapcsolat

K. SCHLAUBITZ — D. MÜLLER — A. GÜTH
Fizikai és Nagytisztaságú Fémek Intézete, Drezda, NDK

DK: 669.28—174.046.5 : 548.5 : 621.771

A molibdén egykristályok alakítási szubszerkezete és a mechanikai tulajdonságok között egyértelmű kapcsolat van. A diszlokációk eloszlása alapján értelmezhető a különböző orientációjú egykristályok újrakristályosodási hőmérsékletében mutatkozó különbség.

A technika fejlődése döntően függ attól, hogy jobb vagy új tulajdonságú fémes anyagok vajon rendelkezésünkre állnak-e?. A fémes anyagok tulajdonságainak tudatos fejlesztése egyre inkább fémfizikai ismeretekre támaszkodik és nem lehet véletlennek tekinteni, hogy az anyag szerkezetével, azok tulajdonságaival foglalkozó tudományok jelentősége egyre növekszik. Ha a fémek tulajdonságait meghatározó fémfizikai jellemzőket és a felhasználhatóságot eldöntő tulajdonságokat az előbb említett szemlélettel tárgyaljuk, nem hagyhatók figyelmen kívül a hagyományos anyagvizsgálat módszerei sem. Cikkünkben *a fémek alakítási szubszerkezete és a mechanikai tulajdonságok közötti összefüggéssel* foglalkozunk, a probléma nagy gyakorlati jelentőségének szem előtt tartásával.

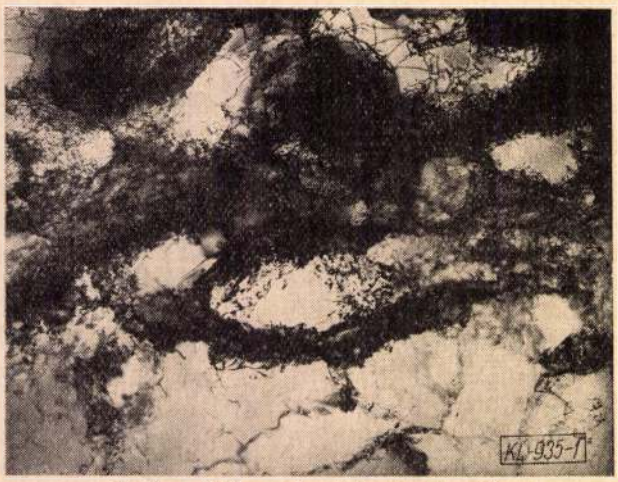
Ha mechanikai tulajdonságokról van szó, természetes, hogy a díszlokációs szerkezetnek nagy figyelmet szentelünk; anélkül azonban, hogy a díszlokációknak más hibákkal való kölcsönhatásáról elfeledkeznénk. Az átvilágító (fémfóliás) elektronmikroszkópok mai fejlettsége lehetővé teszi, hogy a díszlokációk alakítás közbeni viselkedését jobban

megismerjük. Mind szoba-, mind magasabb hőmérsékleten végzett alakítás hatására a fémek diszlokáció-eloszlása inhomogén lesz, kialakul az ún. *cellaszerkezet*. A cellafalak 1 μm átmérőjű fémrészeket zárnak körül, melyen belül kicsi a diszlokációsűrűség. Sokak véleménye szerint a fémek mechanikai tulajdonságait ezen a cellaszerkezeten keresztül lehet értelmezni.

Nagyszámú vizsgálat alapján például beigazolódott, hogy igaz a *Hall—Petch*-féle összefüggés, bár tényleges tartalmát valójában nem értjük:

$$\sigma_F = \sigma_0 + k \cdot d^{-\frac{1}{2}} \qquad (1)$$

Itt d a szemcseméret, σ_0, és k konstansok. Az összefüggés eredeti megfogalmazásában a metallográfiai úton meghatározott szemnagyságot és a folyási határt hozták kapcsolatba. Alkalmas azonban a cellaméret és a folyási határ közötti összefüggés leírására is.

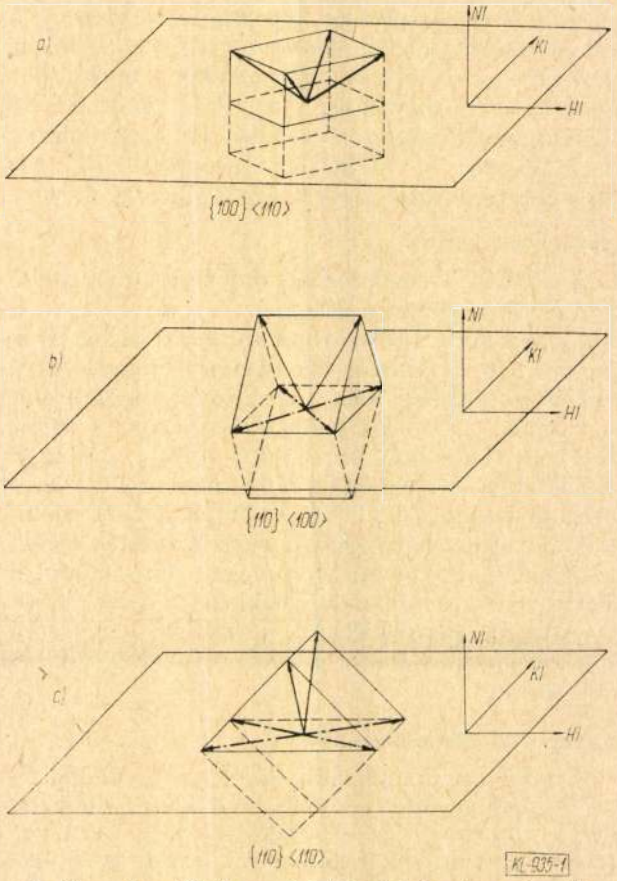


1. ábra. Cellaszerkezet transzmissziós elektronmikroszkópos képe

A széleskörű vizsgálatokból az is kitűnt, hogy *a cellaszerkezet hat a keményedőképességre, a szívósból a rideg állapotba való átmenet hőmérsékletére, az újrakristályosodás kezdeti szakaszára és az újrakristályosodott fém textúrájára.* Érthető tehát, hogy a fém-egykristályok alakítási finomszerkezetének vizsgálata közvetlenül segíthet az ipari alkalmazás szempontjából fontos folyamatok tisztázásában.

A molibdén egykristályok alakítási szubszerkezete

Célkitűzésünknek megfelelően, a cellaszerkezetnek a cellaméret és a cellahatár két oldala közötti orientációs szög által meghatározott jellegét tág határok között igyekeztünk változtatni. A cellaszerkezet az alakítás hőmérsékletének, sebességének, valamint a próbák tisztaságának változtatásával módosítható. Modellfémként az α-vaséhoz hasonló rácsszerkezetű molibdén egykristályokat használtunk. Az egykristályokat 5 mm-es átmérőről 70—80%-os fogyással hengereltük 300 °C-on, levegőn. Ezenkívül változtattuk a kristálytani hengerlési orientációt; vagyis más-más irány esett



2. ábra. A molibdén egykristályok helyzete a vizsgált három helyzetben, a csúszási irányok feltüntetésével
a) $\{100\}<110>$
b) $\{110\}<100>$
c) $\{100\}<100>$

egybe a hengerlés irányával. A hengerlési szúrás 0,01 mm volt.

A hengerlési orientációnak a díszlokációs szerkezetre gyakorolt hatását a következő három speciális esetben vizsgáltuk;

$$\{100\}\langle 110\rangle \quad \{110\}\langle 100\rangle \quad \{110\}\langle 110\rangle$$

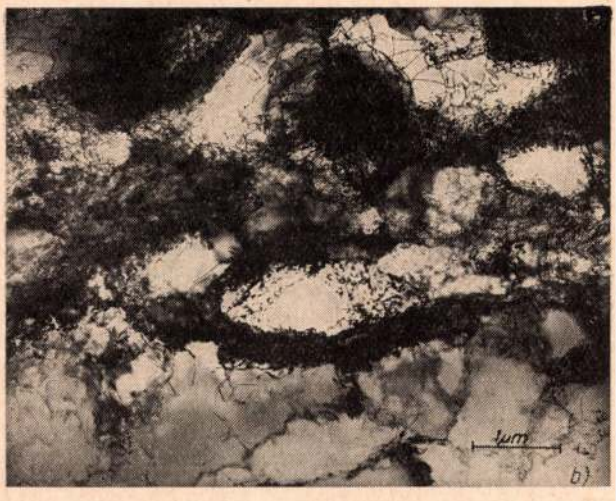
A nyomóerő az $\{100\}\langle 110\rangle$-helyzetben mind a négy $\langle 111\rangle$ csúszási irányban hat; ennek a helyzetnek a vázlata a *2a ábrán* látható. Az alakváltozás mechanizmusából következik, hogy a hosszirányú alakváltozással együtt, szélességirányú alakváltozás is bekövetkezik. Mivel a csúszás szimmetrikus helyzetű síkokon következik be, a kiinduló orientáció nem változik meg, még az alkalmazott 80%-os fogyás esetében sem.

Az $\{110\}\langle 100\rangle$-orientáció esetén elvben csak két csúszási irányban történhet elmozdulás, az ilyen jellegű alakváltozás a *2b ábra* szerint a kristályok nyúlásához vezet. Ténylegesen azonban csak az egyik $\langle 111\rangle$ irányban történik elmozdulás. Az elemi cella elfordulás igyekszik beállni a $\{111\}\langle 112\rangle$ helyzettel jellemezhető orientációba.

Az $\{110\}\langle 110\rangle$-orientációnál a csúszási irányok alapján a kristály csak szélesedhet *(2c ábra)*.

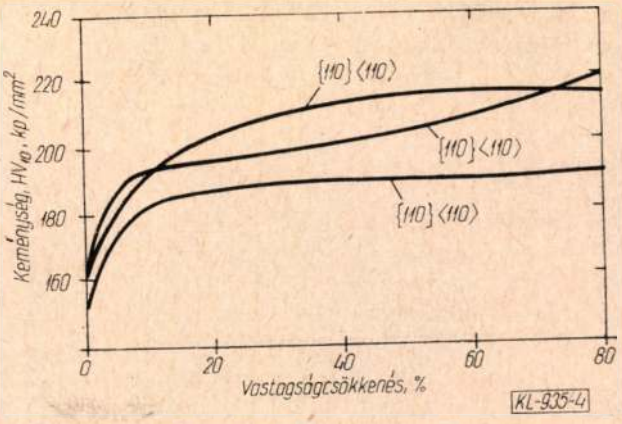
A vizsgált három alaphelyzetben a díszlokációk eloszlását elektronmikroszkópos felvételekkel jellemezhetjük. Az alakítás homogén jellege $\{100\}$

<110> orientáció esetében például homogén, egyenletes díszlokációeloszlást eredményez. Jól megfigyelhető ez a *3a ábra* felvételén. Az {110} <100> kiinduló orientáció esetén – az {111} <112> orientációba való beállás közben — cellás szerkezet alakul ki, az egyes cellák közötti orientációs szög



3. ábra. A 2. ábrában megadott kiinduló orientációjú Mo-egykristályok díszlokációszerkezete (kb. 80%-os) hidegalakítás után:

a) {100} <100>
b) {110} <100>
c) {110} <100>



4. ábra. A különböző orientációval hengerelt Mo-egykristályok keménységének változása a hidegalakítás mértékének függvényében

3°. A harmadik vizsgált esetben is cellás szerkezet alakult ki, a szögeltérés azonban lényegesen nagyobb, körülbelül 8°. Mint ahogy az a *3c ábrából* kitűnik, a cellaméret a harmadik esetben is 1 μm körüli.

A molibdén egykristályok mechanikai tulajdonságai

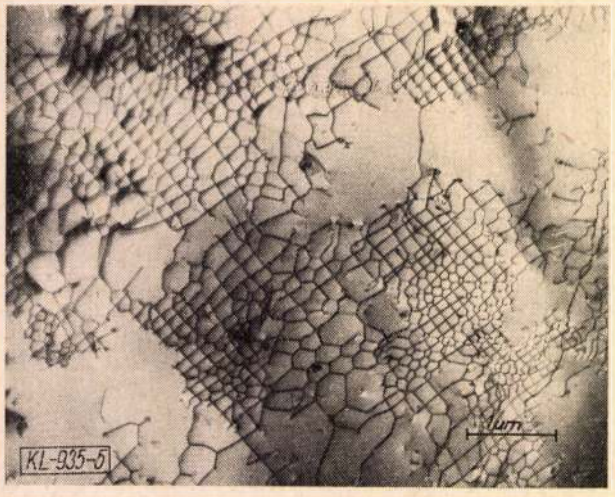
A mechanikai tulajdonságok változását illetően a *4. ábrá*ból is kitűnik, hogy az alakítás hatására a keménység kezdetben növekszik. Jellegzetes azonban, hogy a {110} <110> orientációs viszonynál a csak 2%-os alakításig tapasztalható keménység növekedés, utána már nem. (Ebben az esetben nem alakult ki cellás szerkezet.) A másik két esetben a keményedés tovább tart.

Megfigyeléseink arra engednek következtetni, hogy a fémek alakítási keményedése főként a cellafal és a viszonylag díszlokációmentes rész, a cella közepe közötti eltérő feszültségmezővel függ össze. Hasonló eredményre vezettek a hajlítóvizsgálatok.

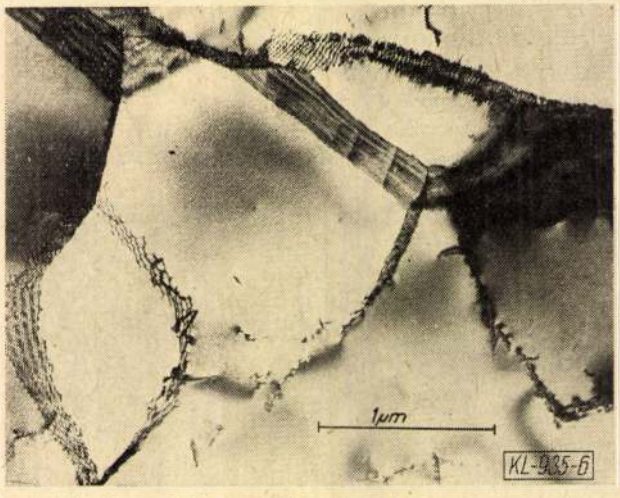
A molibdén egykristályok megújulása és újrakristályosodása

Az alakított fémek lágyítása közben a bennük levő díszlokációk csoportosulnak és a lágyulás együtt jár a diszlokációsűrűség csökkenésével. A díszlokációgyűrűkből a cellafalban szabályos hálózat, vagyis szubkristályhatár keletkezik. Ilyen, poligonizálódott szövet figyelhető meg az *5. ábrán*. A szubkristályok gyakran egybeolvadnak *(6. ábra)*. E folyamatnak szerepe lehet az újrakristályosodás első lépésében, a csíraképződésben. Mint ismeretes, az újrakristályosodás viszonylag szűk hőmérséklet-intervallumban játszódik le.

Méréseink alapján az {110} <100> kiinduló orientáció esetében az újrakristályosodás 1200 és 1300°C között történt meg. Az {110} <110> orientáció esetében az egykristály már 600 °C-on újrakristályosodott. Mivel az újrakristályosodás hajtóereje az alakítás közben felhalmozódó energia, érthető, hogy minél inkább inhomogén a díszlokációeloszlás és minél nagyobb az egyes cellák között az



5. ábra. Szubszemcsehatárok molibdénben



6. ábra. Szubszemcsék egyesülése molibdénben

orientációban mutatkozó eltérés, annál alacsonyabb hőmérsékleten képződnek és vándorolnak a nagyszögű szemcsehatárok, vagyis az újrakristályosodás annál kisebb hőmérsékleten megy végbe. Ezek után érthető, hogy az {100} <110> kiinduló orientációjú egykristály, amelyben homogén volt a díszlokációk eloszlása, még az olvadáspont közelében sem kristályosodott újra; 1700 °C-on azonban a díszlokációk szabályos hálózatba rendeződtek.

Korszerű acélgyártási eljárások

Az OBM eljárás

Számos európai acélműben a Bessemer-konvertereket átalakították az OBM eljárásra, amelyet a nyugatnémet Maxhütte és az Air Liquide of Canada fejlesztett ki. Ennél az eljárásnál meghagyják a fenékbefúvást, de hidrogéntartalmú gázokat (például szénhidrogént, gőzt vagy földgázt) használnak. A Kaiser Engineernek az LD-eljárásra vonatkozó legújabb tájékoztatója szerint „a szénhidrogén-gáz endothermikus bomlása a fúvóka szájánál megakadályozza a szokásos gyors fenék- és fúvókakopást, ami a fenékfúvatásos bázikus Bessemer-üstnél tapasztalható, amikor levegőt használnak oxigénnel való dúsítással, vagy anélkül." A szokásos bázikus Bessemer-eljáráshoz képest a fenék tartóssága megkétszereződött, úgyhogy 200 adagot is elérnek. A nagytisztaságú oxigén felhasználása a hidrogénhordozó gázzal együtt lehetővé teszi a gázmennyiség és a fúvókák számának csökkentését. Ez csökkentett fürdőmozgást eredményez, 25%-kal nagyobb adagot tesz lehetővé, és túlzott fémkilövés nélkül 89%-os kihozatalt is el lehet érni.

„Annak ellenére, hogy a fúvókák szájánál helyi hűtőhatás jelentkezik, az olyan gáznak, mint a propánnak nettó fűtőértéke egyharmaddal több hulladék olvasztását teszi lehetővé az üstben. A foszfor eltávolítása a bázikus Bessemer-eljáráshoz hasonlóan történik. Az 1,7% foszfort tartalmazó meleg fémet kétszeri salakolással 0,038%-nál kevesebb foszfort tartalmazó acéllá alakítják át. A salak P_2O_5-szintje lehetővé teszi annak műtrágyaként történő értékesítését. Eddig nem jelentkeztek problémák alacsony foszfortartalmú meleg fém használatakor. Az acél nitrogéntartalmának szintje ugyanolyan alacsony határok között mozog (0,004%), mint az LD-acélnál. A levegő- és oxigénbefúvásos acél gyártásnál rendszerint keletkező barna füst itt is képződik, de kisebb mennyiségben."

„Több kísérleti következtetés látszik levonhatónak:

1. Az OBM-eljárást ott kellene alkalmazni, ahol meglehetősen modern Thomas- vagy Bessemer-üzemek állnak rendelkezésre átalakításra. Azonban az Egyesült Államokban nem üzemelnek sem savas, sem bázikus konverterek.

2. Bár ennél az eljárásnál kevesebb füst keletkezik, mint a Bessemer- vagy az LD-konvertereknél, mégis csaknem ugyanakkora méretű és ugyanolyan költséges gázkezelő-rendszer szükséges, mint az LD-üstökhöz, hogy eleget lehessen tenni az Egyesület Államokban érvényes levegőszennyeződéssel kapcsolatos előírásoknak.

3. Két lényeges probléma súlya csökkent, de kielégítő megoldást minden bizonnyal nem nyert: *a)* nehéz fenntartani a Bessemer-üzemekhez hasonló fúvókákkal átlyukasztott, visszahelyezhető tűzálló feneket, *b)* az acél hidrogénfelvételének a szabályozását.

Ezek a problémák okozták azt, hogy Európában és az Egyesült Államokban felhagytak a gőz-oxigénes fúvatással az LD-üzemek javára.

4. Ugyanazok a látszólagos mérethatárok, amelyek a múltban körülbelül 70 tonnára korlátozták a fenékfúvatásos konverterek maximális méretét, úgy látszik, az OBM-adagnagyságokat is korlátozzák. Hacsak ezt a látszólagos határt le nem küzdik, az OBM-adagnagyságok nem érhetnek fel az LD-eljárásnál gyakorlatban kialakult adagnagyságokkal."

Metal Bulletin, 1971. jún. 29.

*

Az US Steel „Q-BOP„-eljárása

Az US Steel Corp. bejelentette, hogy a nyugat-németországi Maxhütte OBM-fenék fúvatásos oxigénes acélgyártó eljárását sorozatgyártásban megvalósítható szinten fejlesztette ki. Edwin H. Gott, a vállalat elnöke szerint az eljárásnak, amelyet az US Steel „Q-BOP"-nak nevez, számos előnye van az LD-eljárással szemben, nevezetesen a többi között az, hogy maximum 20%-kal több hulladékot tud befogadni, rövidebb a ciklus ideje, kisebb a tőkeberuházás költsége. Meglevő Martin acélműveket nyilván át lehet alakítani az eljárás használatára, annak következtében, hogy a konverternek az LD-hez képest kisebb a magassága.

Az US Steel 1971. júliusa óta kísérleti „Q-BOP" egységet üzemeltet dél-chicagoi kutatólaboratóriumában; a cég fairfieldi üzemében (Alabama) pedig egyenként 200 tonnás ipari méretű konvertereket állítanak be, amelyek 1972 tavaszán indulnak be, és a teljes kiépítés mintegy két és fél évvel később fejeződik be. Bár Gott szerint

ezek lesznek az első „Q-BOP"-egységek, amelyek megépítésre kerülnek, de a jelentések szerint azt is közölte, hpgy a világon csak 10 „Q-BOP"-konverter üzem működik — kilenc Európában és egy Dél-Afrikában. (Ezek feltehetően átalakított Bessemer üzemek. Szerk.)

Az US Steel leányvállalata, az USS Engineers and Consultants kap megbízást a licencek acélgyártóknak történő eladására, gondoskodik a kiképzésről és egyéb műszaki segítséget nyújt. Gott hozzáfűzte, hogy a vállalat fontolóra vette: a fairfieldi berendezésen kívül a többi Martin-üzemei közül is néhányat ugyancsak átállít erre az eljárásra.

A Metal Bulletin 1971. június 29-én leírást közölt az OBM-eljárásról, amelyen a „Q-BOP" — alapul. Alapjában véve itt is egy acélgyártó üstről van szó, amelybe a fenékben elhelyezett fúvókákon keresztül oxigént fúvatnak be. A súlyos tűzállóanyagkopás ellensúlyozására, amely korlátozta a Bessemer-konverterek átalakítását az oxigénes fúvatásra, a földgáz, propán vagy tüzelőolaj a fúvóka nyílásánál endothermikusan szétbomlik. A Maxhütte által benyújtott angliai szabadalom az eljárás céljait az alábbiak szerint írja le:

„olyan vasfinomítási eljárás és berendezés kidolgozása, amelynek keretében az acélgyártás olyan konverterben történik, amelyben a fúvatás az olvadék felülete alatt történik, miközben megmaradnak a tiszta oxigénnel történő finomítás előnyei a finomított acél minősége vonatkozásában, ugyanakkor pedig megszűnnek az oxigénes felületi fúvatás hátrányai, különösen barna füst nagymértékű keletkezésének megakadályozásával, úgyhogy költséges gáztisztító berendezés alkalmazása szükségtelenné válik."

„A találmány további célja, gondoskodni egy olyan finomítási eljárásról, amelynek során az olvadék nyugodt marad, de mindazonáltal a magas kihozatal biztosított, azaz amelyben a vasveszteség alacsony az oxigénes felületi fúvásos eljáráshoz képest. Az eljárás azt a célt is szolgálja, hogy az oxigént a lehető legteljesebb mértékben használják fel, s viszonylag kevés FeO legyen a salakban."

„A találmány további célja még, olyan eljárásról és berendezésről gondoskodni, amely lehetővé teszi tiszta oxigénnel táplált fenékfúvatásos konverternek magas foszfortartalmú nyersvas — azaz egy olyan alapanyag finomítását, amely meglehetősen olcsóbb, mint az alacsony foszfortartalmú nyersvas — kis nitrogéntartalmú kiváló minőségű acél kinyerésére."

A Pennsylvania Engineering állítólag kizárólagos jogot kapott az OBM-eljárás értékesítésére.

*

A „Q-BOP"-eljárásról tudósít a TÁSS hírügynökség 1971. dec. 16-i New York-i jelentésében, amit a szovjet Külföldi Kereskedelmi Információs Bulletin (BIKI) 1972. jan. 11-i száma is átvett.

Eszerint az US Steel bejelentette, hogy fairfieldi üzemében (Alabama) a Maxhütte nyugatnémet cég által kidolgozott — és OBM-eljárásként ismeretes — oxigénkonverteres acélgyártási eljárást kívánja bevezetni. A cég azonban ezt az eljárást részben módosította, és „Q-BOP"-eljárás néven szabadalmaztatta.

Az US Steel elnökének kijelentése szerint 1974 végéig a cég által termelt acél kb. 20%-át a „Q-BOP"-eljárással állítják elő. A 20 millió $ beruházási költségű fairfieldi üzem építése 1972 tavaszán kezdődött, és két és fél év alatt fejeződik be. Az üzemben 2 db, egyenként 200 t-ás konvertert állítanak fel. A cég feltehetően más üzemekben is bevezeti az új acélgyártási eljárást.

Az új eljárás egyik előnye, hogy az olvasztás ideje 10%-kal csökken a kibocsátott fém 3—5%-os mennyiségi növekedése mellett. Megjegyzik, hogy az új oxigénkonverteres berendezés beruházási költsége kb. fele annak, mint amennyibe egy SM-kemence LD-konverterre történő kicserélése kerülne. Ezenkívül a nyersvasnál olcsóbb hulladék nagyobbmérvű felhasználása révén csökkennek a termelési költségek is. Az acélhulladék aránya 30%, szemben az LD-konverterekben szokásos 20—25%-a.

A „Q-BOP"-eljárással készülő acélgyártás során a folyékony nyersvasat és hulladékot a konverterbe adagolják, és ezután a fenéken keresztül földgázzal, propánnal vagy pakurával „körbevett" oxigént fúvatnak be.

Metal Bulletin 1971. dec. 21.

*

Acélgyártás — „Rotovert"-kemencében

Az olasz Nacionale Cogne aosta-i üzemében egy 50 t-ás ún. „Rotovert"-kemencét helyeztek üzembe acélgyártás céljára. A Róma melletti Centro Sperimentale Metallurgico intézet szakemberei által kifejlesztett acélgyártó eljárást a svédországi Lulea acélművében is bevezetik.

Az eljárás lényege egy függőleges elrendezésű forgó csőkemence (110 ford/perc). A centrifugális erő következtében a folyékony acél a belső kemencefalra tapad. Ezután — az LD-eljáráshoz hasonlóan — oxigént fúvatnak be. A belső kemencefalra tapadt fém a forgás következtében nagyobb reakciófelületet biztosít. Míg a konverterben csak az összvolumen 1/7 része reakcióképes, addig ezen új eljárás esetén legalább a fele.

A „Rotovert"-eljárás előnyei a szélfrissítéses- és az LD-eljárásokkal szemben:

a) a betét max. 50%-át az olcsóbb ócskavas képezheti,

b) kisebb kemenceegységekből jobb acélminőség hozható ki. (P)

Stahl und Eisen, 1971. okt.

Könyvismertetés

Korán Imre: **Jövőkutatás és gazdasági előrejelzés.** (Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1972. 230 oldal, 27,— Ft).

Ez év márciusában a hazai szakirodalomban úttörő jellegű munka jelent meg. A jövőkutatás és gazdasági előrejelzés c. könyv kettős célt szándékszik szolgálni. Egyrészt tankönyve a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetemen a gazdasági előrejelzés oktatásának, másrészt a gazdasági életben dolgozóknak a prognosztika szerteágazó kérdéseiben útmutatást kíván adni.

A könyv három fő részre tagozódik. Az első részben (1.—6. fejezet) az újszerű fogalmakat és alapvető összefüggéseket tárgyalja, s bemutatja a gazdasági, valamint a tudományos-műszaki prognosztika fontosabb gondolatrendszereinek fejlődését, a nemzetközi munkamegosztásban történő változásokkal kiegészítve.

A második (7.—12. fejezet) a nálunk is szóba jövő módszerek gondolati levezetését, valamint ezek alkalmazási lehetőségeit és korlátjait ismerteti. Ezekből az extrapolációs, az intuitiv, az analogikus és néhány modellező eljárás tárgyalása kapott nagyobb teret.

A harmadik részt (13.—18. fejezet) a hazai jövőkutatás előterében álló témakörök prognózisaiból összeállított példa-olvasmányok alkotják. Utóbbiakból a BKL Kohászat olvasói számára különösen: az elképzelések népgazdaságunk távlati fejlődéséről; energiagazdálkodásunk jövője; a szerkezeti fémek távlata; s a magyar vaskohászat perspektivája c. fejezetek tarthatnak számot nagyobb érdeklődésre.

A könyv újszerű szemléletével, mind a prognosztikát művelő, mind az érdeklődő szakembereknek hasznos útmutató társa lehet, amelyet a világos és olvasmányos szövegezés nagyban elősegít.

Dr. Kabai Vilmos

A vaskohászat helyzete Finnországban

Finnországban a természeti adottságok következtében az ipar fejlesztése elsősorban a fa- és papíripar, valamint az élelmiszeripar területére összpontosult, míg az acélipari beruházások egészen a közelmúltig háttérbe szorultak és nem kapták meg a kiegyensúlyozott fejlődéshez szükséges beruházási hányadot.

A szokatlan szerkezeti arányokat mutatják az alábbi adatok, melyekből látható a fémipar szerepének háttérbe szorulása (zárójelben az 1970. évi magyar adatok).

Az egyes ágazatok %-os részesedése a finn ipari termelésből

Ágazat	1969
Fa- és papíripar	26,2 (3,7)
Fémipar	25,4 (37,4)
Ebből: kohászat	6,8 (8,6)
gépipari	18,6 (28,8)
Élelmiszeripar	24,7 (8,5)
Vegyipar	7,1 (9,9)
Textilipar	6,3 (10,5)
Egyéb ipar	10,3 (30,0)
Ebből: bányászat + vill. energia	7,8 (18,7)
Teljes ipar	100,—

A fémipar 1969-ben elért 25,4%-os részesedés azonban — hasonló ipari fejlettségű országok viszonylatában — még mindig alacsonynak mondható, különösen a kohászat tekintetében, melynek kb. 15% körül kellene részesednie az ipari termelésből.

A fémipar és ezen belül elsősorban a vaskohászat fejlesztésének múltbeli elhanyagolása az utóbbi években kiegyensúlyozatlansági (szerkezeti) problémákat kezdett maga után vonni és következményei most már gátolják a dinamikus gazdasági fejlődést és egyre fokozódó, ill. krónikussá váló nehézségeket idéz elő az ország külkereskedelmi mérlegében.

Fenti strukturális problémák felismerése következtében az utóbbi években már állami beruházásokkal is segítik a kohászat, elsősorban a vaskohászat gyorsabb ütemű fejlesztését, de a beruházások hosszú átfutási ideje következtében ennek kedvező hatása természetesen csak néhány évvel később jelentkezhet.

A vaskohászati termékek külkereskedelmi forgalma

A kohászati termékek a teljes finn export 8%-át, míg az importnak kb. 13,5%-át reprezentálják. Az export-import adatok tehát egyértelműen azt mutatják, hogy a fémiparon belül a fejlesztés elmaradása elsősorban a kohászatra (vaskohászat) esik, mert ezeknél a termékeknél ugyanazzal az 5,5%-kal nagyobb az importrészesedése az exportnál, mint amennyivel a teljes fémipari forgalom esetében.

A kohászati termékek a finn külkereskedelmi forgalomba (a magyarhoz hasonlóan) ugyanakkor jelentős devizakonvertálási szerepet is betöltenek, minthogy a kohászati termékek importjából igen jelentős hányada (kb. 25—30%, szemben a teljes import 16,4%-os részesedésével) a szocialista országok szállítása, ugyanakkor a kohászati termékek exportja csaknem kizárólag a fejlett tőkés, vagy más konvertibilis devizával fizető országokban irányul.

A kohászat termelése ugyanakkor a külkereskedelemben betöltött fontos szerepe ellenére — az ipari termelésből 1969-ben csak a már említett 6,8%-kal részesedett, de ebből is a nagyobbik hányad (4,3%) a fémkohásztra esett és csupán 2,5 jutott a vaskohászatra.

A vaskohászati termékek export volumenének alakulását az utóbbi években a következő táblázatok tüntetik fel.

A vaskohászati termékek importja (eto-ban)

Termék	1968	1970
Vasötvözők	15	24
Buga	20	61
Lemez	304	325
Rúd-idom	140	271
Hengerhuzal, drót	33	75
Cső	72	135

A vaskohászati termékek exportja (eto-ban)

Termék	1968	1970
Nyersvas	685	323
Buga	—	206
Hengerelt áru	149	208

Az exportban a nyersvas és bugaexport a folyamatban levő fejlesztések következtében átmenti jellegű, míg a hengereltáru exportból kb. fele-fele arányban részesedik a lemez és a rúd-idom áru.

Értékben az 1970. évi vaskohászati export 377 m Fmk, (Kb. 90 m $), míg az import 1,001 m Fmk volt, mely a teljes export 4,3%-ának, ill. a teljet import 10,3%-ának felel meg.

A magyar vaskohászati termékek finnországi exportja 1970-ben megközelítette a 4 m $ értéket s ezzel összes finn exportunknak (kb. 10 m $) a 40%-át képviselte, vagyis exportunk gerincét képezte. Vaskohászati termékeket ugyanakkor Finnországból eddig gyakorlatilag nem importáltunk.

A vaskohászat termelési színvonala

a) Az acélteremlés alakulása

A finn acéltermelés volumene az elmúlt 10 év folyamán megnégyszereződött és az 1960. évi 273 et-val szemben 1970-ben már túlhaladta az 1,1 millió tonnát, de a termelés még mindig messze elmarad a felhasználás mögött.

A termelés alakulását és az utolsó 5 év fejlődési ütemét az alábbi táblázat szemlélteti, feltüntetve néhány további — hasonló fejlettségi szintű — kis ország adatait is.

Az acéltermelés alakulása Finnországban és néhány további európai kis országban ezer tonnában

Ország	1960	1965	1968	1970	Fejl. %-a 1965/70
Finnország	273	362	727	1169	323
Magyarország	1886	2520	2903	3110	125
Ausztria	3163	3221	3467	4115	128
Hollandia	1950	3145	3706	5038	160
Svédország	3218	4725	5095	5450	115

Az 1970. évi termelést véve alapul, az egy főre eső acéltermelés — a dinamikus fejlődés ellenére — Finnországban még mindig a legalacsonyabb volt az említett országok közül és csak kb. a felét érte el annak a színvonalnak, mely az ipari fejlettségi fok figyelembevételével (arányos fejlesztés esetén) indokoltnak látszana.

A fejenkénti acéltermelés a már említett kis országokban, valamint a legfejlettebb nagy országokban és

országcsoportokban 1970-ben az alábbiak szerint alakult:

Finnország	250	Európa (SZU nélk.)	403
Magyarország	304	Nyugat-Európa	428
Hollandia	386	Szovjetunió	472
Ausztria	556	Közös Piac	578
Svédország	678	USA	597
Csehszlovákia	792	Japán	901

Fenti adatokból az látszik, hogy a fejlett iparral rendelkező országok acélszükséglete 600—700 kg/fő. Ezt figyelembe véve úgy tűnik, hogy míg Japán és Csehszlovákia már aránytalanul túlfejlesztette acéltermelését, addig Finnország és Magyarország esetében jelentős elmaradás állapítható meg az esetükben jelenleg indokoltnak tűnő 400—500 kg/fő termeléshez képest. Finnország esetében ezt a feltevést támasztja alá az a körülmény is, hogy az 1970. évi 798 et hengereltáru termelés mellett 844 et hengereltárut kellett importálni, hogy a szükségleteket kielégíthessék.

b) A termelés megoszlása termékcsoportonként

A finn vas- és acélipar termelése a főbb termékcsoportok szerint az elmúlt 3 évben az alábbiak szerint alakult (et):

Termék megnevezése	1968	1970
Nyersvas	1039	1164
Vasöntvény	109	122
Nyersacél	729	1169
Acél öntvény	15	18
Hengerelt áru	554	798
Ferrokróm	8	33

A csőtermelésre vonatkozóan pontos adataink nincsenek, de kisebb termelés csak hegesztett csőből (spirál és alkotó menti), valamint öntöttvascsőből folyik.

Az 1970. évi nyersvas és acéltermelés gyárankénti megoszlása az alábbiak szerint alakult (et)

Üzem	Nyersvas	Nyersacél	Lemez	Rúdidom
Rautaruukki Oy (Raahe)	732	724	360	—
Koverhar	294	—	—	—
Imatra	—	247	—	241
Turku	138	—	—	—
Aminnefors	—	103	—	132
Ovako Oy összes	432	350	—	373
Wärtsilä Oy/Taalintehdas	—	60	—	66
Összesen	1164	1134	360	438

A nyersacélban nem szerepel még az a kb. 35 et, melyet az acélöntödék olvasztanak és használnak fel.

A raahei gyárban oxigénes konverterben, az imátrai gyárban ívfényes kemencében, Aminnefórsban és Taalintehdasban pedig Siemens—Martin kemencében termelik az acélt. Folyamatos öntőmű van a raahei gyárban, ahol 1970-ben 678 et laposbugát öntöttek, továbbá az imatrai acélműben. Ez utóbbiban 1970-ben 97,4 et bugát termeltek folyamatos öntéssel.

A hengereltárun belül a lemez termelése Raaheban, míg a rúd-idom termelés az OVAK csoport imatrai és aminnefórsi gyárában, valamint a Wärtsilä cég taalintehdasi gyárában folyik.

Kovácsolt acélterméket 5—6 üzemben termelnek, melyek közül legjelentősebbek a Lokomo és Tampella tamperei, valamint a Wärtsilä taalintehdasi üzeme.

A FeCr-ot az Outokumpu Oy fémkohászati vállalat torniói üzemében termelik.

Acélcsőtermeléssel jelenleg csak két vállalat foglalkozik. (Etna Roer Oy, Hanko és Amus-Sytytin Oy, Rauma). Az előbbi kis átmérőjű hegesztett csöveket, míg utóbbi spirálhegesztésű acélcsöveket termel. További két hegesztett csőgyár építés alatt van: Ja-Ro Oy Pietarsaari (1000 t) év rozsdamentes kis átmérőjű cső), valamint a Pakkaus Oy, Hämeenlinna, mely utóbbi 20 000 t/évi kapacitással (1/2"—3") egyelőre a legnagyobb csőgyártó üzem lesz Finnországban. Öntöttvas-csövet az UPO Oy. Lahti üzemében termelnek.

A vaskohászat nyersanyaghelyzete

A vaskohászat két legfontosabb nyersanyaga közül Finnországban csak vasércet termelnek, kokszolható szénelőfordulás egyáltalán nincs, így a kokszot teljes egészében importálják. Az elmúlt években az évi kokszimport 800 000 t körül mozgott. (Megjegyezzük, hogy az országban a tőzeg előfordulásokon kívül sem szén, sem pedig olaj, vagy földgáz előfordulás nem mutatkozik jelentősebb mennyiségben.)

Annál biztatóbb a helyzet az ércek terén, mert a különféle színesfémek mellett több vasérc-előfordulás is van az országban.

A vasércbányák, továbbá a titán és vanádium ércbányák általában a Rautaruukki Oy tulajdonában vannak, de a piritből nyert Fe koncentrátumból az Outokumpu Oy termelése is jelentős.

A bányák termelése azonban egyelőre nem fedezi a szükségletet, ezért ércimport is jelentkezik, különösen a déli üzemek szükségletének kielégítésére. A vasércbányák ugyanis az ország északi részén fekszenek és ezen bányák üzemeltetését csak az északi fekvésű raahei üzem teszi gazdaságossá, mert a nagyobb szállítási költségek miatt a déli kohók esetében az import ércel ez már nem lenne versenyképes.

A raahei kohó ércszükségletének 85—90%-át a hazai bányákból biztosítják. A tekintélyes hányadot képviselő elektroacél termelés következtében ugyanakkor ócskavas import is szükséges.

Az egyes vasércbányák termelése 1969-ben az alábbiak szerint alakult:

Rautaruukki Oy bányáinak termelése:

Otanmäki bánya	275 et	(69,5% Fe)
Raajärvi bánya	303 et	(65,2% Fe)
Összesen	578 et	

A két bánya 1970. évi termelése 578 et Fe konc. volt. További két vasbánya megnyitási munkálatait elkezdték és ezek közül a Leveäsekä-i bánya 1972-ben, míg a Kolári bánya 1974-ben kezd termelni. Ez utóbbi bánya évi 400 000 t koncentrátumot fog termelni.

Outkumpu Oy

A fémkohászati cég vasérckoncentrát termelése (pellet és piritpörk) 1970-ben 423 000 t volt, vagyis majdnem annyi, mint a Rautaruukki Oy bányáié.

A finn vasérchelyzetet gyökeresen megváltoztathatja a most tárgyalás alatt levő Kostamus-i (Szovjet—Karélia) vasércbánya szovjet—finn vállalkozásban történő fejlesztése. Az elképzelések szerint egy valószínű megoldás az lenne, hogy a kitermelendő érc 1/5-ét a Rautaruukki Oy venné át, míg a többit egy Oulu melletti kikötőn keresztül exportálnák harmadik országokba.

Szanyi Jenő

A fiatalok helyzete az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület munkájában

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület társadalmi tevékenységében az Egyesület elnöksége és vezetősége alapvető fontosságot tulajdonít az ifjúság szakmai nevelésére, hivatásszeretetére és egyesületi munkájának aktivizálására. A vonatkozó elvi célkitűzéseket meghatározták a Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottságának 1969. június 26—27-i ülésén elfogadott tudománypolitikai irányelvei és tartalmazták az MSZMP X. Kongresszusának tézisei is. Az OMBKE vezetősége magáévá tette az ifjúság problémáival való foglalkozást és a fiatalok iránti felelősségérzettől indíttatva a fentiek szellemében célul tűzte ki a fiatal technikusok és mérnökök egyesületi életben elfoglalt helyzetük kérdéseinek vizsgálatát és az ezzel kapcsolatos gyakorlati problémák megoldását.

Az előbbiek szellemében széles körű kutató és felmérő munkát kezdeményeztünk a 18—35 év közötti egyesületi tagok, bányász-kohász fiatalok egyesületi tevékenységének megismerésére, amelynek során az alábbi főbb kérdésekre szerettünk volna választ kapni:

— milyen mértékben vesznek részt fiataljaink az egyesületi munkában,

— mennyiben van fórum biztosítva az egyesületi tagok szakmai tevékenységének publikálására,

— mi a véleményük az egyesületi lapokról és

— milyen javaslatuk van az egyesület munkájának aktívabbá tételére.

Az *1. táblázat* szerinti kérdőívet több mint 2000 példányban kiküldtük. A visszaérkezett 856 db értékelhető válasz egyszerűsítése érdekében kódlapot készítettünk, amelynek feldolgozása a NIM Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézet NE 803/B számítógépének felhasználásával történt.

A visszaérkezett kérdőívek viszonylag kis száma alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy a téma felvetése és vizsgálata iránt tagságunk jelentős része érdektelenséget és közömbösséget mutat.

A *2. táblázat* szerint az OMBKE (a felmérés alapjául szolgáló 1971. I. félév-végi állapotnak megfelelően) 5590 fős taglétszámból 2152 fő (38,5%) 35 év alatti fiatal. A kérdőívek alapján e létszámnak csupán a 39,8%-át lehetett értékelni. Ennek alapján felvethető az a gondolat, hogy az értékelés bizonyos korrekciót igényel és

1. táblázat

KÉRDŐIV

fiatal egyesületi tagok részére

Sorszám	Kérdés — A válasz kódszáma	0	1	2	3
01	*Kora*	18—23	23—28	28—32	32—35
02	*Képesítése*	mérnök	más egyetemi	technikus	egyéb
03	*Diploma száma*	nincs diplomája	1	2	több
04	*Munkaköre*	irányító (vezető)	önálló	beosztott	egy. hallg.
05	*Folyamatos egyes. tags. ideje*	0—2 év	2—5 év	5—10 év	10-nél több év
06	*Megelőző egyes. tags. ideje*	nincs	0—2 év	2—5 év	5-nél több év
07	*Egyesületi tevékenysége*	tisztségviselő	állandó megbízatás	esetenkénti megbízatás	megbízatása nincs
08	*Helyi rendezvényeken való részvétel*	minden alkalommal	nagyobbrészt	ritkán	nem
09	*Budapesti és más vidéki csoportok rendezvényein résztvett*	10-nél többször	5—10 alkalommal	5-nél kevesebbszer	egyszer sem
10	*Rendezvényeken való szereplése*	előadást tartott	hozzászólt	szervezésben résztvett	nem volt
11	*Kapcsolata a Bányász. és Kohászati Lapokkal*	cikket, vagy tudósítást írt	lapfelelős, vagy annak segítője	rendszeresen olvassa és hasznosítja	ritkán olvassa nem hasznosítja
12	*Véleménye az Egyesület, ill. csoport munkájáról*	alapvető javításra szorul	kiegészítést kíván	eredményes és hasznos	nem érdekli
13	*Fiatalok helyzete az Egyesületben*	támogatott	kielégítő	közömbösen kezelt	háttérbe szorított
14	*Munkaköre és egyesületi munkájának kapcsolata*	hasznos	összhangban van	független	ütközik
15	*Igénye az egyesülettel szemben*	fiatalok körének felállítását kívánja	állandó bevonását az egyesületi munkába igényli	fokozottabb szakmai és társadalmi támogatást kér	nincs igénye
16	*MSZMP-nek tagja-e*	nem	igen		
17	*KISZ-nek tagja-e*	nem	igen		
18	*Más MTESZ egyesület*	nem	igen		
19	*Javaslatai az egyes. tevék. kapcsolatban* ..				

Az OMBKE taglétszáma és a felmérés adatai (1971. I. f. év végi állapot)

2. táblázat

Szakosztály	Összes taglétsz. fő	Összes létszámból 35 éven aluli		Az értékelhető kódlapok száma és aránya	
		fő	%	db	%
Bányászati	2850	823	28,9	477	57,9
Vaskohászati	1050	437	41,6	28	6,4
Fémkohászati	560	216	38,6	87	40,3
Kőolaj-, Földgáz- és Víz	665	426	64,1	155	36,4
Öntödei	465	250	53,8	109	43,6
Összesen ...	5590	2152	38,5	856	39,8

3. táblázat

A tagok kora	Fő	Képesítés szerint				Egyesületi tevékenység szerint			
		mérnök	más egyetemi	technikus	egyéb	tisztségviselő	állandó megbízás	esetenkénti megbízás	megbízása nincs
18—23	51	5	2	23	21	1	—	3	47
23—28	291	166	17	81	27	13	17	49	212
28—32	256	157	6	82	11	21	13	31	191
32—35	258	128	11	113	6	11	14	31	202

4. táblázat

A tagok kora	Fő	Vélemény az Egyesület, ill. a csoport munkájáról				Igény az Egyesülettel szemben			
		alapvető javításra szorul	kiegészítést kíván	eredményes	nem érdekli	fiatalok körének felállítása	állandó bevonása	fokozottabb szakmai igény	nincs igénye
18—23	51	1	22	25	3	15	8	19	9
23—28	291	11	138	128	14	80	58	106	47
28—32	256	20	130	101	5	63	46	115	32
32—35	258	9	118	128	3	39	59	104	56

szükség szerint módosulnak a levonható következtetések és megállapítások.

A fenti, nem kizáró tényezőket figyelembe véve is mondhatjuk, hogy vannak az egyesületi élet hatékonyságának javítása szempontjából figyelemre méltó vélemények és javaslatok, továbbá a rendszerbe foglalt adatok hasznos intenciók lehetnek a fiatalok helyzetének javítása és egyesületi jövőjük formálása szempontjából.

A 18. kérdéscsoport több változatát képviselő értékelésből néhány fontosabb témát csoportosítva a *3.* és *4. táblázat* alapján az alábbiakban összefoglalható megállapítások tehetők:

1. Képesítés — végzettség

A beérkezett kérdőívek azt mutatják, hogy a 856 főnek 54%-a (456 fő) mérnök és 36%-a (299 fő) technikus. Ez rögtön felveti annak szükségességét, hogy szaklapjaink tevékenységét a technikusokat is érdeklő üzemi jellegű írások publikálására kell egyre erőteljesebben irányítani. A vidéki csoportok programjainak, rendezvényeinek összeállításában pedig érdekeltté kell tenni őket, hogy az Egyesület számukra ezáltal is vonzó legyen. Különösen megfontolandó ez a probléma, ha a felmérés alapján figyelembe vesszük, hogy a bányász—kohász fiatalok közül csak 5% — írt cikket vagy tudósítást és a nem elhanyagolható 18% ritkán olvassa az Egyesület szaklapjait, illetve nem hasznosítja azok írásait.

2. Egyesületi tevékenység

Általában a fiatalok képviselete a vezetésben alárendelt. A felmérés szerint mindössze 5,4%. Kedvezőtlen és egyben figyelmeztető, hogy a kérdezettek 76%-ának egyáltalában nincs megbízatása.

3. Vélemény az Egyesület, illetve a csoportok munkájáról

Elenyésző azoknak a száma, akik alapvetően javítani akarják az Egyesület, ill. a csoport munkáját és akiket nem érdekel. Ez utóbbiak aránya mindössze 2,9%.

Kiegészítést kíván 48% és eredményesnek, valamint hasznosnak ítéli meg a kérdezettek közel 45%-a.

4. Igény az Egyesülettel szemben

A fiatalabb korosztályoknak az egyesületi munkába való bevonás szükségességére hívja fel a figyelmet a kérdezett fiatalok 23%-a. Fokozottabb társadalmi és szakmai program-igénnyel léptek fel a 23—32 éves korosztályúak, akiknek túlnyomó többsége kéri a „Fiatalok köre"-nek felállítását vagy más elnevezésű, de tartalmában azonos rendeltetésű, a fiatal műszakiakat összefogó szervezet vagy társaság létrehozását.

5. MSZMP és KISZ tagság

Az ifjú szakemberek hivatástudatának növelésére, szakmai felkészültségének továbbfejlesztésére, valamint az egyesületi élet javítására irányuló véleménye és igénye szorosan összefügg az ifjúság politikai érettségével, a szocialista építés gondolatával és e célkitűzés megvalósítása érdekében végzett tevékenységével. Igazolja ezt, hogy a vizsgálat szerint a válaszadók 41%-a párttag és 53%-a KISZ-tag, amely arányszám kedvezőnek ítélhető meg.

A felmérés alapján készített rövid tájékoztató értékelni kívánta a fiatal műszakiak helyzetét, az OMBKE tevékenységéről kialakított véleményét és igényét az egyesületi élet hatékonyságának fokozásával kapcsolatban. Az értékes adatok és észrevételek az Egyesület minden szerve és vezetője részére hasznos tanácsokat adhatnak a rövidebb-hosszabb távú munkatervek kialakításánál és az ifjúsággal kapcsolatos jövőbeni feladatok megoldásánál.

Moharos Jenő

Hírek a Vasipari Kutató Intézetből

Dr. Rittinger János és *Fehérvári Attila* a VASKUT képviseletében a magyar delegáció tagjaiként résztvettek az International Institute of Welding 1971. június 6. és 12. között Stockholmban tartott közgyűlésén, ahol az általuk benyújtott dolgozatok közül a „Ti hatása a CO_2 védőgázas hegesztéssel készült varratok átmeneti hőmérsékletére" című megvitatásra és a „Megfigyelések az ütőmunka szórására" című ismertetésre került.

*

1971. november 15. és 27. között *dr. Tóth János* igazgatóhelyettes és *dr. Csepiga Zoltán* osztályvezető *Dr. A. Kelly*, a National Physical Laboratory igazgatóhelyettesének és *Dr. Duckworth*, a Fulmer Research Institut igazgatójának a meghívására látogatást tett a fenti intézetekben. A VASKÚT képviselői a Department of Trade and Industry szervezésében még 8, más angol kohászati kutató intézetben is jártak Intézetünk és az angliai kutató intézetek közötti műszaki-tudományos együttműködés kialakítása céljából.

*

Február 16-án *dr. Erich Folkhard*, a Böhler cég főosztályvezetője, „A hegesztett varrat diffúzióra képes hidrogéntartalma és ennek befolyásolása" címmel nagy érdeklődéssel kisért előadást tartott a VASKUT-ban.

Az International Institute of Welding 12-es Bizottsága 1972-es évközi ülését február 17-én és 18-án Budapesten tartotta. Az ülésen egy, magyar részről készült tanulmány, amelyet *dr. Rittinger János* és *Fehérvári Attila* állított össze, került ismertetésre és megvitatásr a A vita alapján az IIW 12-es Bizottsága munkaprogramjába vette a „Mikroötvözők varratra gyakorolt hatásának vizsgálatá"-t. (CA)

*

A Vasipari Kutató Intézet Tudományos Tanácsa 1971. október 29. ülésén megvitatta és határozatilag elfogadta *dr. Korán Imre:* Kutatmányok értékelése c. módszer-ajánlását. Az opponensek és vitában résztvevők kívánságára a tanulmányt az értékelő módszerek kísérleti körének tapasztalataival, tényleges számszerűsítő példákkal és előrejelzési esettanulmányokkal kiegészítve, az Intézet „Kutatás-gazdaságtani értékelések" címen 130 oldalon sokszorosítva kiadta és az érdeklteltek rendelkezésére bocsátotta.

A tanulmány összesített eredmény számítása szerint a Vasipari Kutató Intézetben a III. ötéves-terv időszakában (1966—1970) befejezett 329 kutatást a következő eredménnyel zárták.

Ezen kutatások ráfordítása	91 MFt
A termelt intézeti szellemi többletérték	187 MFt
Az alkalmazó vállalati többlethasznosság ..	754 MFt
A népgazdasági összesített eredményesség .	1726 MFt

Ezek szerint egy kutatásra fordított Ft 2,1 Ft intézeti, 8,3 Ft vállalati és 18,9 Ft népgazdasági eredményt hozott. Ezek szerényebbek, mint a II. ötéves tervidőszak (1961—1965) hasonló 4,3, 10,5 és 21,0 Ft mutatói voltak. (KV)

Egyesületi hírek

A *febr. 29-én tartott szakosztályvezetőségi ülés* elején *Nagy Zoltán* elnökhelyettes megemlékezett a köztiszteletben állt, közelmúltban elhunyt *Szele Mihály* tiszteletbeli tagról, aki a szakosztály életét mindig nagy figyelemmel kísérte, nagy tapasztalatával segítette a szakosztályvezetés munkáját, egyengette útjainkat.

Majd első napirendi pontjaként a vezetőség megtárgyalta a KGYV-csoport működéséről *Lantos István* titkár által összeállított beszámolót, amelyet előzetesen megkaptak a vezetőségi tagok. A jelentésből kitűnik, hogy az 1969. okt.-ben alakult csoport eredményes egyesületi munkát végez és jól összefogja a vállalatnál működő egyesületi tagokat. A csoport aktív tagjainak száma 85. Rendszeresen rendeznek szakmai előadásokat, belföldi és külföldi tanulmányutakat, pályázatokat írnak ki. A vállalat vezetősége értékeli és messzemenően támogatja a csoport munkáját.

A beszámolóhoz többen hozzászóltak, kiemelve a csoport kiemelkedő munkáját. *Nagy Zoltán* elnökhelyettes a csoport vezetőségének munkáját megköszönve, elismerését fejezte ki a szépen összeállított beszámolóért.

Ezt követően *Lánczky József* második napirendi pontként beszámolt az 1971. évi külügyi kapcsolatokról és ismertette a szakosztály 1972. évi utazási tervét.

Eszerint az elmúlt évben az egyesület képviseletében 16 külföldi út (ebből 5 volt nyugati) keretében összesen 102 tagunk vett részt külföldi szakmai rendezvényen, ill. tanulmányúton. Ugyanekkor a szakosztály a cseremegállapodások révén 47 külföldi szakembert látott vendégül. Három ország szakmai egyesületeivel van szorosabb, további három-néggyel lazább kapcsolatunk.

Az 1972. évi utazási program az Iron and Steel adatai, a MTESZ rendezvénynaptára és a külföldi egyesületek bejelentései alapján került összeállításra. 1972-ben összesen 33 külföldi út van tervbe véve: 15 a szocialista és 8 a nyugati országokba. Ismertette a fennálló devizakorlátozási rendelkezéseket, amelyek csak 2—3 fős csoportok utazását teszik lehetővé a MTESZ devizakeret terhére a szocialista országokba. A nyugati országokba tervezett utakhoz szükséges devizát az egyesületi rendezvényekre történt külföldi befizetésekből kell fedezni. Külföldi utaztatásokra elsősorban azok az aktív egyesületi munkát végző tagok jöhetnek szóba, akik a külföldi rendezvényeken előadások tartását vállalják és a konferencia nyelvét is beszélik.

A vezetőség a munkatervet részletesen megvitatta. Ennek kapcsán *Óvári Antal* a legutóbbi megbeszélései alapján a Szovjetunió kohászati egyesületével kiépíthető kapcsolatokra mutatott rá.

Azután *dr. Remport Zoltán* beszámolt arról, hogy 5 pályázat érkezett a bíráló bizottsághoz és ezek elbírálása folyamatban van. *Óvári Antal* főszerkesztő kérte az 1972. évi új pályázati feltételek jóváhagyását annak érdekében, hogy azt a lapban mielőbb közölni lehessen. A szakosztályvezetőség az előző pályázati szöveg szerinti kiírást hagyta jóvá azzal a változtatással, hogy ez évben a pályázatok beküldési határideje okt. 31.

A következőkben *Nagy Zoltán* elnökhelyettes tájékoztatta a vezetőséget a tisztújítási előkészületekről. A helyi csoportok vezetőségválasztó üléseire a szakosztályvezetőség képviselőket küld. Megtárgyalta a vezetőség e működő szakcsoportok helyzetét is a vezetőségük újraválasztása kapcsán.

Óvári Antal főszerkesztő rövid tájékoztatást adott a lap 1971. évi számaiban megjelent cikkekről. Kiemelte, hogy a helyi csoportok tagjai az elmúlt évben több cikket küldtek be, mint korábban. Kiemelkedett az ózdi és a diósgyőri csoport. Budapestről pedig a legtöbb cikket a Vasipari Kutató Intézetben dolgozó tagtársainktól kaptuk.

Megtárgyalta a szakosztályülés a Győrben dolgozó tagtársak javaslatai alapján a győri helyi csoport esetleges átszervezésének ügyét is. (OA)

Anyagvizsgáló Szakcsoport alakult Csepelen

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztály Csepeli Csoportjának keretein belül febr. 16-án megalakult az Anyagvizsgálati Szakcsoport.

A Szakcsoport alakuló ülésén *Horváth Gyula*, a Csepeli Csoport titkára ismertette a Szakcsoport létrehozásának szükségességét, valamint célját. Hangsúlyozta, hogy milyen nagyfontosságúvá vált a Szakcsoport létrehozása, melynek egyik legfontosabb feladata az üzemi szakem-

berek és az anyagvizsgálók összekapcsolása. Utána javaslatot terjesztett az alakuló ülés elé a Szakcsoport vezetőségére. A javaslatot a jelenlevő 18 fős alakuló ülés egyhangúan elfogadta. A vezetőség személyi összetétele a következő: Szakcsoport vezető: *Kovács Zsuzsa* okl. kohómérnök, vezetőségi tagok: *Eichardt Gyuláné* okl. kohómérnök, *Schuster Istvánné* vegyésztechnikus, *Somogyi György* okl. gépészmérnök, *Korach Marcell* okl. gépészmérnök. Az alakuló ülés tiszteletbeli vezetőségi tagnak felkérte *Horváth Gyula*, *Lehofer Kornél* és *dr Weszprémy Barna* tagtársat.

A vezetőség megválasztása után a Szakcsoport vezetője, *Kovács Zsuzsa* javaslatot tett az évi munkaprogramra. Az 1972-es évben a Szakcsoport 2 előadást és egy félnapos előadássorozatot tart. Az előadások témáját a vezetőségi üléseken és a vitadélutánokon határozzák meg. Az új Szakcsoport belföldi tanulmányutat kíván rendezni tavasszal Győrbe a MAN-program tanulmányozására.

Az alakuló ülés résztvevői hozzászólásaikkal, javaslataikkal a Szakcsoport legfontosabb feladataira hívták fel a figyelmet. (BB)

MTESZ VIII. Küldöttközgyűlése

Máj. 5—6-án tartotta a MTESZ tisztújító közgyűlését. Első nap az Építők Szakszervezetének Gorkij-fasori kongresszusi termében gyűltek össze az Országos Elnökség tagjai, valamint 29 tagegyesület, a központi bizottságok és a vidéki területi szervek küldöttei. Összesen közel 1000 küldött. Egyesületünket 15 küldött, köztük *dr. Dobos György* alelnökünk, *Moharos Jenő* főtitkárunk képviselte.

A küldöttek részére előzetesen igen részletes, több kötetből álló jelentést küldtek meg a közgyűlést megelőzően. A jelentés a MTESZ teljes munkaterületéről beszámolt, és pontos adatokat tartalmazott a kb. 95 000 tagú szövetség egyesületek szerint is részletezett 4 éves munkájáról, a MTESZ vezető szerveinek, valamint a központi apparátusnak a tevékenységéről. Kiemelten foglalkozott a jelentés a szakmai képzéssel és továbbképzéssel, a szakfolyóiratokkal, a fiatal szakemberek helyzetével, a MTESZ nemzetközi kapcsolataival, a területi szervezetek fejlődésével, a MTESZ pénzügyi helyzetével, a központi székház problémájával, az alapszabály módosítással és a következő 4 éves periódus főbb célkitűzéseivel. A jelentés a tagegyesületek munkájáról szóló részben Egyesületünk munkájáról öt oldalon számolt be. Azok részére akik egyesületi munkával foglalkoznak vagy ennek eredményei után érdeklődnek, a nagy munkával összeállított jelentés igen értékes tájékoztatást ad. Egyesületünk tisztségviselői is elsősorban a mi egyesületünk, szakosztályaink munkáját, terveit, célkitűzéseit ismerik, de így módjuk nyílt betekinteni a többi MTESZ egyesület, mienktől sok esetben eltérő munkamódszereibe, eredményeibe, terveibe. Joggal mondható el, hogy a részletes írásbeli beszámolóra fordított munka eredményes befektetés volt egy ilyen sok tagegyesülettel rendelkező és igen sokféle feladattal foglalkozó szövetségtől. Szóbeli beszámoló keretében mindezt nem is lett volna célszerű elmondani, hisz a résztvevők követni se tudták volna.

A küldöttközgyűlés első napját *dr. Csanádi György* akadémikus, közlekedési és postaügyi miniszter, a MTESZ társelnöke nyitotta meg, hangsúlyozva, hogy a közgyűlés célja az új tisztségviselők megválasztásán túlmenően, a végzett munka megtárgyalása, főleg azonban az egyesületi munka főbb irányvonalainak meghatározása a következő évekre.

Dr. Valkó Endre, a MTESZ főtitkára az írásban kiadott jelentéshez fűzött kommentárt, önkritikát gyakorolva a MTSZ központ munkája felett is. Megállapította, hogy a MTESZ egyre sokrétűbb, heterogénebb szervezetté vált, hiszen közel 800 szervezete működik. Szükség van az alapszabályainak módosítására, a 4 éves periódus helyett jövőben az évenként tartandó beszámoló jellegű közgyűlésekre és az egyesületekben végzett, minden tiszteletet megérdemlő, a szakma- és hivatásszeretetben gyökerező munka nagyobb társadalmi megbecsülésére. Hangsúlyozta, hogy a nemzetközi kapcsolatok révén a MTESZ egyesületei széles ablakot nyitnak a világba az érdeklődő szakemberek részére, ugyanakkor minden nemzetközi rendezvényünk kirakat is, mert bemutathatjuk szakmai eredményeinket.

Ezt követően *Fock Jenő* miniszterelnök köszöntötte „megbecsüléssel és barátsággal" a közgyűlést, átadta az MSZMP KB és a kormány üdvözletét, hangsúlyozva, hogy szívesen vesz részt rajta, és igen fontosnak tartja ezt a tanácskozást, mert ez a szocializmus magasabb szinten történő építéséhez való hozzájárulás. Beszélt az ipari tennivalókról, az új gazdaságirányítási rendszer ösztönzőiről, a beruházásokról, az üzemszervezés fontosságáról, a jobb ipari struktúra kialakításának szükségességéről és a világszintű versenyképesség eléréséről.

A résztvevők lelkes tapssal köszönték meg a miniszterelnök nagy érdeklődést kiváltó beszédét, amelyet másnap a napisajtó teljes terjedelmében közölt.

Ezután megkezdődött a beszámolók feletti vita, amely az ebédszünet után az esti órákig tartott. Ezen igen aktívan vettek részt számos javaslatot előterjesztve az egyesületek és a területi MTESZ szervek küldöttei. Ezt követően pedig a kiküldöttek a kiosztott új alapszabály-javaslatot vitatták meg.

Másnap a Technika Háza első emeleti gyűléstermében folytatódott a vita. A két nap alatt összesen 37 küldött terjesztett elő javaslatot.

Azután egy pont megváltoztatásával elfogadta a küldött közgyűlés az új alapszabály-tervezetet, majd pedig megválasztotta az új Országos Elnökség 60 tagját.

Befejezésül *dr. Csanádi György* elnök 28 MTESZ-díjat adott át az eredményes egyesületi munka elismeréseként. Egyesületi tagjaink közül *Jármay Ervin*, a veszprémi csoportunk elnöke és *Tamásy István* alelnök kapott MTESZ-díjat.

Végül a küldöttközgyűlés résztvevői elfogadták a határozati javaslatokat. A küldöttközgyűlés befejezésével *dr. Csanádi György* elnöki zárszavában összefoglalta benyomásait, értékelte a legfontosabb hozzászólásokat és helyeselte, hogy önálló MTESZ koncepció kerül kidolgozásra az ország műszaki fejlődésére vonatkozóan.

A küldöttközgyűlést követően délután megtartotta első ülését a MTESZ megválasztott új Országos Választmánya, amelynek hivatalból tagjai Egyesületünk részéről *dr. Dobos György* elnök és *Moharos Jenő* főtitkár, választott tagjai pedig *dr. Heinemann Zoltán*, *Karlik Nándor*, *dr. Martos Ferenc* és *dr. Vörös Árpád*. Az új Országos Választmány tagjai sorából a MTESZ elnökévé ismét *dr. Csanádi Györgyöt*, főtitkárává *dr. Valkó Endrét*, főtitkárhelyettesekké pedig *Philip Miklóst* és *Turi Istvánnét* választotta. (OA)

Szakoktatás

Közgazdasági továbbképzés

A budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemen megalapították a „Közgazdasági Továbbképző Intézetet". Az új Intézet első feladata egyetemi oklevéllel rendelkezők részére a *magasabb szintű szakközgazdász és a menedzser továbbképzés*. Ebben az oktatási körben a legkorszerűbb formák, így többi között esettanulmányok kollektív megoldása, vállalati szimulációs játékok stb. mind szerepet kapnak. Az oktatás főleg a szocialista vállalatok szervezésének és irányításának megtanítására törekszik. Szó van róla, hogy nemcsak szakközgazdászokat, hanem közgazdaságilag jól felkészült „szakmérnököket" is továbbképeznek, így például külkereskedelmi szakmérnököket, mintegy a mérnök-közgazdász képzésnek folytatásaként. Az új intézet az 1972/73. tanévben kezdi meg rendszeres működését. (Dr. K. J.)

Műszaki és gazdasági hírek

A lengyel acélipar fejlesztésének tervei

Az 1960—1970. évek közötti időszak termelésének adatai:

1970-ben az acéltermelés elérte a 11,6 millió tonnát. A termelés növekedése 1965—1970 között 27% (anozos az 1960—1965 közötti időszak termelésnövekedésének arányával). A mennyiségi fejlődés biztató eredményei mellett a jövőben előtérbe kerül a gyártmányválasztékon belül a minőségi acélgyártás fokozása. Az acéltermelés 1 főre eső növekedése 1965—1970 között 22% (az OECD országokban átlagosan csak 19%, világviszonylatban pedig mindössze 11%). Ez a növekedési ütem éppen megegyezik a Montanunió-éval. 352 kg/fő acéltermelésével Lengyelország a világ országai között a 14. helyen, a szocialista országok között pedig a 2. helyen áll. 1965—1970 között az acéltermelés növekedésének üteme mindössze 0,03%-kal maradt el a világtermelés növekedési ütemétől.

Az 1971. év termelési célkitűzései: koksz 16,7 millió t (1970-hez képest +0,8%); nyersacél 12,6 millió t (+6,4%); hengereltáru 8,6 millió t (+6,0); az acélipar össztermelése 1971-ben az előző évhez viszonyítva 7,1%-kal nő.

Fejlesztési elképzelések:

A nehézipari minisztérium szakértő csoportja az acélipari egyesüléssel és a tervező irodákkal történt konzultálás alapján kidolgozta a lengyel acélipar fejlesztési és korszerűsítési programját. E programra elsősorban az jellemző, hogy nem valamilyen részleteiben kidolgozott, kötelező érvényű terv, hanem olyan tervek kialakításának irányvonala, amely tervek megvalósítása speciális pénzügyi és más adottságok függvénye. A lengyel acéltermelés és acélpiac egyre inkább kirajzolódó specifikus problémáinak megoldására irányuló vizsgálatok már egy éve folynak.

A program második jellemzője, hogy 1975-re előirányozza a nemes- és nemesített acélok, valamint a tovább feldolgozott termékek nyerscél termelésen belüli arányának a jelenlegi 15%-ról 19,5%-ra való növelését.

A program harmadik jellemzője, hogy mind a féltermékek, mind a tovább feldolgozott termékek vonatkozásában új berendezések megépítését irányozza elő, tekintve, hogy a kapacitáskihasználás már most eléri a 96,2%-ot és 1975-ig csupán 1% növekedéssel számolnak. A kitűzött termelési célokat csak új kapacitások létesítésével tudják megvalósítani.

A program negyedik jellemzője, hogy az 1975-ig terjedő időszakban mindenekelőtt a már megkezdett beruházásokra fordítják a figyelmet, továbbá olyanokra, amelyek belépése jelentős import költség megtakarítást eredményez. 1975-ig 63 milliárd zl beruházási összeget irányoztak elő. Ez az összeg igen jelentős, ha figyelembe vesszük, hogy 1956—1960. években 16,1 milliárd zl, 1961—1965. években 21,5 milliárd zl és 1966—1970. években 26—28 milliárd zl-t fordítottak beruházásra.

E beruházási programban szereplő legfontosabb létesítmények: a hajóipar számára szükséges minőségi durva-lemezgyártó üzem, vasúti gördülő-anyagok gyártása, a fémfeldolgozó és a járműipar számára szükséges hidegen hengerelt lemezek gyártóberendezései. Folyamatban van a Bierut-Kohóművek durva-lemez hengersorának építése, melyhez a Szovjetunió szállítja a berendezéseket. Az üzem a megépítés első lépcsőjében 250 000 t/év, a második lépcső megépítése után 600 000 t/év kapacitású lesz. A beruházási költség 7,8 milliárd zl. (P)

Continentaler Eisenhandel No. 5/1971

Az elektro-acélgyártás térhódítása

Az elektro-acélgyártás egyre szélesebb körben terjed el a világon. Néhány üzem az LD-konverterek kiegészítőjeként elektrokemencét is épít, mások viszont a hideg betétes SM-kemencét cserélik fel az elektro-acélgyártással, ezzel ugyanis jobban ki tudják elégíteni a különböző acélminőségeket kívánó piaci igényeket.

A világ acéltermelésének alakulását az acélgyártó eljárások szerint az alábbi táblázat mutatja:

	1960		1970		1980 terv.	
	millió t	össztermelés %-ában	millió t	össztermelés %-ában	millió t	össztermelés %-ában
SM-eljárás	308,3	86,5	267,8	45,0	155	18
LD-eljárás	13,6	3,8	245,2	41,2	545	62
Elektro-acélgyártás	34,4	9,7	81,6	13,8	175	20
Összesen	356,3	100,0	594,6	100,0	875	100

Iron Age, 1971. augusztus

(P)

Mini-acélmű Olaszországban

Olaszországban jelenleg kb. 50 mini-acélmű üzemel, melyek kapacitása 50 000—250 000 t/év körül mozog. Ezek az üzemek általában bugát gyártanak, amit aztán prifillá vagy rúddá hengerelnek tovább.

Egyik jellegzetes mini-acélmű a 130 000 t/év kapacitású Simo Monfalcone. A 100 000 m² területű üzem Monfalconébe, az olcsó földgáz közelébe települt, közúton, vasúton könnyen megközelíthető, s csatorna köti össze az Adriai-tengerrel. Az acélmű két 20/30 t-ás elektrokemencével rendelkezik, s hulladék betéttel dolgozik. A 80%-ban könnyű hulladékot préselt formában (30 t bálasúly, 1,8 t/m³ tömörség) előmelegítve, az elektrokemence kontúrjának megfelelő alakban juttatják a kemencetérbe, ezáltal a kemence teljesítménye 25%-kal növekszik, az áramfogyasztás 60 kW/t-val csökken. Az acélt 3 szálas Danieli-típusú folyamatos öntőművön öntik le 80—140 mm-es négyzetes bugává, karbon- és minőségi acélból, továbbhengerlésre, ill. kovácsolásra. (P)

Iron Age, 1971. augusztus

Kawasaki építi a világ legnagyobb kohóját

A Kawasaki Steel Corp. megkezdte a világ legnagyobb kohójának építését mizushima-i üzemében. A kohó 1973 májusában lesz kész, s kapacitása 12 millió t/év lesz. Ez a teljesítmény lényegesen felülmúlja a meglévő kohó 8 millió t/év kapacitását. A nagyolvasztón kívül egy bázikus oxigén-konvertert is építenek, amelynek kapacitása 2,5 millió t/év. (P)

Metal Bulletin No. 5622

Japán kohók szovjet nagyolvasztó-hűtési-eljárással dolgoznak

A Nippon Steel megvásárolt egy új, szovjet magyolvasztó-hűtési-eljárás licencet, amelyet a Sumitomo Metal Industries-nél is megvalósítanak. Az eljárás alapját 2 m hosszú, 1 m széles és 20 cm mély üreges öntvények alkotják, amelyeket víz- és vízgőzhűtéssel ellátva építenek be. Ezáltal a kohók élettartama lényegesen megnövekszik. A Nippon Steel korábban már a Kawasaki Steelnek is átadta az eljárás licencét. (P)

Montan Nr. 181/1971

Nippon Kokan—Hellenic megállapodás

A Nippon Kokan és a görög Hellenic Steel között megállapodás jött létre a Thesszaloniki-művek fejlesztésére vonatkozóan. Ennek keretében sor kerül egy 1730 mm széles öt állványos melegszalag hegermű és egy 1420 mm széles, szintén öt állványos hidegszalag hengermű építésére. Később egy durvalemez hengerművet is építenek. A melegszalag hengermű kezdeti kapacitása: 1 millió t/év, amely 1,6 millió t/év-re fog a későbbiekben felfutni, a hidegszalag hengermű beinduló 600 000 t/év kapacitása pedig 1,1 millió t/év-re növelhető.

A Nippon Kokan továbbá segítséget ad egy folyamatos galvanizáló sor és egy elektrolitikus ónozósor építésében is. (P)

Metal Bulletin No. 5622

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK

Anyagvizsgálat

MSZ 105/1—72 (Az MSZ 105/1—59 helyett) *Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Szakítóvizsgálat*
A szabvány a 4 mm és annál nagyobb átmérőjű, ill. 3 mm és annál vastagabb termékek szobahőmérsékleti szakítóvizsgálatára vonatkozik.
A legfontosabb változások a szabványban:
— a szilárdsági jellemzők jelölése latin és nem görög betűkkel történik,
— az alsó és a felső folyáshatár külön jelet kapott,
— az egyezményes folyáshatár három fogalomra bomlott (terhelt állapotban mért egyezményes folyáshatár, terheletlen állapotban mért egyezményes folyáshatár és névleges folyáshatár),
— a képlékeny alakváltozás sebessége 15%/perc.

MSZ 105/2—72 (Az MSZ 105/2—60 helyett) *Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Szakítóvizsgálat nagy hőmérsékleten*
Fontosabb változások a régi szabványhoz képest:
— a vizsgálati hőmérséklettartomány nem 600 °C, hanem 1000 °C-ig terjed,
— a próbatest hőmérsékletének tűrése 800 °C-ig ±5 °C, azon felül ±6 °C,
— az előírások kiterjednek a kontrakció meghatározására is.

MSZ 105/5—72 (Az MSZ 105/5—61 helyett) *Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Lemezek és szalagok szakítóvizsgálata*
A szabvány a 3 mm-nél vékonyabb lemezek és szalagok szakítóvizsgálatát tárgyalja. A vizsgálathoz általában állandó jeltávú (80 és 50 mm) próbatesteket kell használni.

MSZ 105/14—62 (Az MSZ 105/14—56 helyett) *Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Fárasztóvizsgálat*
A szabvány a fárasztóvizsgálatokkal kapcsolatos fogalmakat, jelöléseket, a próbatestek előkészítését, a vizsgálat és az eredmények kiértékelésének módját tárgyalja.
Az előírások elsősorban egyszerű alakú, sima vagy bemetszett próbatestekkel végzett húzó-nyomó, hajlító vagy csavaró-fárasztó vizsgálatokra vonatkoznak és nem érvényesek ismételt ütésszerű vagy termikus eredetű kifáradások vizsgálatára.

MSZ 105/18—62 (AZ MSZ 105/18—63 helyett) *Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Huzalok szakítóvizsgálata*
A KGST és ISO szabványajánlások alapján készült szabvány 4 mm alatti átmérőjű kör és 3 mm-nél vékonyabb négyszög vagy egyéb szelvényű huzalok szakítóvizsgálatát tárgyalja. A vizsgálathoz általában 200 mm állandó jeltávú próbatesteket kell használni.

Acél

MSZ 4213—72 (Az MSZ 4313/1—63 helyett) *Hidegen hengerelt acélszalag kis karbontartalmú acélból*
Fontosabb változtatások a régi szabványhoz képest:
— ritkult a szélességi választék,
— törölve lettek a 2,5 mm feletti vastagságok,
— törölve lett a III. vastagsági tűrésosztály,
— elmaradt a körülbelüli hosszúság,
— az anyagminőségi választék háromra bővült (ASZ 1, ASZ 2 és ASZ 3),
— az alapminőségeknél is szavatoltak a mechanikai tulajdonságok, a nyúlásértékek nem arányos jeltávolságra vonatkoznak,
— a keménységi fokozatok száma bővült, jelölésük változott,
— az eddiginél jobb mélyhúzhatósági fokozattal bővült a választék.

MSZ 4217—72 (Az MSZ 4213/1—63 és 4217—67 helyett) *Hidegen hengerelt acélszalag betétben edzhető és nemesíthető acélból*
A szabvány összevontan tárgyalja az eddig különálló szabványban szereplő betétben edzhető és nemesíthető, valamint a rugóacél szalagok előírásait. Kimaradtak az ötvözetlen szerszámacél szalagok előírásai, mert ezek igényeit a rugóacélok is kielégítik. A szélességi választék néhány mérettel bővült, a vastagsági választék 1,0 mm helyett 2,0 mm-rel zárul. A vastagsági tűrések szigorúbbak lettek. A nyúlásértékek nem arányos próbatestre vonatkoznak.

MSZ 4359—62 (Az MSZ 4359—66 helyett) *Hőálló rúdacél. Minőségek és általános műszaki előírások*
Fontosabb változások a szabvány 1966-os kiadásához képest:
az anyagminőségi választék 15-ről 9-re csökkent. Kimaradt a H 1—H 7 és a H 11 jelű minőség, H 16 és H 17 jellel ide kerültek át az MSZ 4360—66-ban KO 3 és KO 5 jellel szabványosított minőségek, mivel ezek inkább hőálló rendeltetésűek. A régi H 1—H 5 jelű acélok a későbbi kidolgozandó szavatolt tartósszilárdságú minőségeket tárgyaló szabványba fognak bekerülni.

MSZ 4360—72 (Az MSZ 4360—66 helyett) *Korrózióálló rúdacél. Minőségek és általános műszaki előírások*
Fontosabb változások a szabvány 1966. évi kiadásához képest:
kimaradtak a KO 15, KO 22, és KO 39 jelű acélok. A régi KO 3 és KO 5 jelű minőség átkerült az MSZ 4359—72-be. Új minőségek: KO 6 (ferrites), KO 17 (martensites), KO 41, KO 42, KO 43 és KO 44 (austenites). Az előírások melegfolyás értékeket is tartalmaznak.

Hegesztés

MSZ 6445—72 *Fedőporok fedettívű hegesztéshez. Jelölés*
A szabvány az IIW (Nemzetközi Hegesztési Intézet) által kidolgozott jelölési rendszert tartalmazza. A kódjel négy jelcsoportból áll, melyek a por gyártási módjára, annak technológiai és metallurgiai tulajdonságaira, valamint az ömledék mechanikai tulajdonságaira utalnak.

MSZ 6446—72 *Fedőporok fedettívű hegesztéshez. Metallurgiai tulajdonságok és hegesztési ömledék tulajdonságainak vizsgálata*
A szabvány a kis karbontartalmú, ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok fedettívű kötőhegesztéséhez használt fedőporok metallurgiai tulajdonságainak és a hegesztési ömledék mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára vonatkozik.

K. E.

ÚJ SZABVÁNYTERVEZET

Anyagvizsgálat

MSZ 5999/3 T (Az MSZ 5999/3—67 helyett) *Fémek, ötvözetek. Technológiai vizsgálatok. Huzalok csavaróvizsgálata*
A vizsgálat elve, hogy a próbatestet hossztengelye mentén egy irányban, egy meghatározott csavarási szám eléréséig vagy törésig megcsavarják. A módosítás nemzetközi szabványosítási munkán alapszik és lényegében a csavarógépekre vonatkozó előírások kiegészítéséből, valamint a befogópofák közötti szabad szálhossz és a vizsgálati sebesség pontosításából áll.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

INTERNATIONAL COMMITTEE FOR STUDIES OF BAUXITES AND ALUMINIUM-OXIDE-HYDROXIDES MAGYAR BIZOTTSÁGA

az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület keretében

Cím: OMBKE—ICSOBA, Budapest V., Szabadság tér 17. II. emelet * Telefon: 121-742 * Telex: 774

Az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottságának Második Teljes Ülése

Veszprém 1971 szeptember 8—9.

DK: 341.18(439) "1971": 622.349.2 + 669.71

Összefoglaló

Az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottsága Második teljes ülését a Veszprémi Vegyipari Egyetemen tartotta. Dr. Dobos György nemzetközi elnök beszámolt a szervezeti kérdésekről, a tudományos tevékenységről és a kiadványokról.

1971. június 1-én az ICSOBA-nak 17 országból 50 jogi és 131 egyéni tagja volt. Jugoszláviában, Magyarországon, az USA-ban és Franciaországban működött már nemzeti bizottság és a világ nagy alumínium cégei is a jogi tagok között találhatók. 1971. június 7—9. között Milánóban nagysikerű nemzetközi kollokviumra került sor, 1971. november 18—19-én Leoben-ben a bauxitgeológusok és bauxitbányászok, 1972. június 6—8-án Besztercebányán a timföldtechnológiai szakemberek találkoznak hasonló rendezvényen. Már folyik a III. Nemzetközi Szimpozion előkészítése is (1973. szeptember, Nizza). A Travaux mellett rövidesen új periodikus folyóirat, a COMMUNICATIONS OF ICSOBA is megjelenik.

Dr. Juhász Ádám főtitkár az IMB egyéves tevékenységét ismertette. Az IMB-nek 21 jogi tagja és 20 egyéni tagja van. A milánói és leobeni kollokviumon való aktív részvétel mellett az 1971. év fő programja a jelen teljes ülés keretében sorrakerülő ankét (Az alumíniumipari szakemberképzés helyzete és feladatai Magyarországon) megszervezése volt. Április 29-én Inotán szakmai napra került sor. Hasonló rendezvény lesz Tapolcán november 10. és 11-én és Mosonmagyaróvárott december hóban. Ismerteti az IMB nemzetközi kapcsolatait és pénzügyi helyzetét.

Martos István beszámolt az „Anódproblémák az alumíniumelektrolízisben" című milánói nemzetközi kollokvium tudományos tapasztalatairól. Ismerteti az alumíniumelektrolízis általános fejlődési tendenciáit és az elhangzott 12 előadás alapján részletesen elemzi a Soederberg és blokkanódás kádak technológiai összehasonlítását. Fontosabb tárgykörök: A kád szerkezete és a kiszolgáló berendezések. Az elektrolízis folyamatának irányítása, a kezelés módja. Alapanyagok, műszaki paraméterek. Az elektrolízisnél keletkező gáz tisztítása és elszívása. Gazdaságossági összehasonlítás.

Az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottsága (IMB) 1971. szeptember 8—9-én a Veszprémi Vegyipari Egyetemen tartotta II. Teljes Ülését, az alábbi napirend szerint:

1971. szeptember 8.

1. Elnöki megnyitó: *Szennay István*, az IMB alelnöke.
2. *Dr. Dobos György:* Az ICSOBA nemzetközi tevékenysége 1971-ben.
3. *Dr. Juhász Ádám:* Főtitkári beszámoló az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottsága egyéves munkájáról.
4. Hozzászólások.
5. *Martos István:* Anódproblémák az alumíniumelektrolízisben. Beszámoló a milánói nemzetközi ICSOBA-kollokviumról.
6. Látogatás az Egyetem Tanszékein.

1971. szeptember 9.

Az alumíniumipari szakemberképzés helyzete és feladatai Magyarországon* (Ankét).

1. *Dr. Polinszky Károly* akadémikus, művelődésügyi miniszterhelyettes: A magyar műszaki felsőoktatás és az alumíniumipari szakemberképzés helyzete és feladatai.
2. *Dr. Gyulay Zoltán:* Információszolgálat az olajbányászatban.
3. *Dr. Horváth Zoltán:* Alumíniumipari szakemberképzés Miskolcon.
4. *Dr. Péchy László:* Alumíniumipari szakemberképzés a Veszprémi Vegyipari Egyetemen és az Egyetem ipari kapcsolatai.
5. *Szennay István:* A Magyar Alumíniumipari Tröszt feladatai és elképzelései az alumíniumiparban foglalkoztatott mérnökök továbbképzésével kapcsolatban.
6. Hozzászólások — Zárszó.

1. ábra. Az IMB II. Teljes Ülésének színhelye, a Veszprémi Vegyipari Egyetem E épülete

A II. Teljes Ülésen összesen 68 fő vett részt — az IMB jogi tagjai csaknem kivétel nélkül képviseltették magukat. Az első napon az elnöki tisztet *Dr. Gillemot László* akadémikus, az IMB elnöke távollétében *Szennay István* alelnök, a MAT vezérigazgató helyettese töltötte be, míg a második napon *Dr. Nemecz Ernő*, a vendéglátó Veszprémi Egyetem rektora elnökölt.

A Teljes Ülésen részt vettek: *R. Marusič* és *O. Lahodny-Sarc* zágrábi professzorok, a *Jugoszláv Tudományos és Művészeti Akadémia* és *M. Karšulin főtitkár* úr, valamint az ICSOBA Jugoszláv Nemzeti Bizottságának képviseletében; továbbá *Štulak* igazgató úr és *P. Moravitz* MEO-vezető, a ZSNP alumíniumkombinát részéről *Žiarnad*/Hronom-ból

Az első nap hivatalos programját az egyetemi tanszékek meglátogatása zárta le. Különösen a Szervetlenkémiai Technológiai és Ásványtan Tanszéket keresték

* Az Ankét teljes anyagát folytatólagosan közöljük.

fel sokan, de jutott érdeklődő az Általános és Szervetlenkémiai és Analitikai Tanszékre is. A következőkben az elhangzott előadások szövegét teljes terjedelemben közöljük.

Dr. Dobos György:

Az ICSOBA nemzetközi tevékenysége 1971-ben

Tisztelt Teljes Ülés!

Engedjék meg, hogy mint az ICSOBA jelenlegi elnöke, az elnökség nevében szeretettel köszöntsem az IMB második teljes ülésének valamennyi résztvevőjét, a körünkben megjelent jugoszláv és csehszlovák vendégeket, úgy is mint *Karšulin* főtitkár úr személyes képviselőit, és az eredményesen működő jugoszláv nemzeti bizottság képviselőit, illetve a szervezés alatt álló csehszlovák nemzetközi kollokvium előkészítőit.

Egy évvel ezelőtt tájékoztattam Önöket az ICSOBA budapesti szimpoziumja óta eltelt időszakban végzett tevékenységről, így jelen tájékoztatóm csupán az elmúlt év munkájának és a közeljövő terveinek ismertetésére szorítkozik. Először a szervezeti kérdésekkel, majd a tudományos tevékenységgel, végül a kiadványok kérdésével kívánok foglalkozni.

Szervezeti kérdések.

Az elmúlt évben sikerült a nemzetközi szervezet kiépítését meggyorsítani, és így az 1971. június 1-i állapotnak megfelelően, az ezen időpontig a zágrábi titkárságra beérkezett tagnyilvántartó lapok alapján, az ICSOBA-nak 17 országból 50 jogi és 131 egyéni tagja van. A regisztrált jogi tagok között található a *Pechiney*, az *Ugine-Kuhlmann*, a *VAW*, a *Giulini*, az *Alusuisse*, az *ALCAN*, az *ALCOA*, a *Reynolds*, a *Kaiser*, az *AMAX*, a *Harvey Aluminium* és több jugoszláv és magyar vállalat, illetve intézmény. Ebből a rövid felsorolásból is látszik, hogy az ICSOBA már valóban egyesíti a világ alumíniumipari szakembereinek és vállalatainak igen tekintélyes részét.

Örömmel számolhatok be arról is, hogy Jugoszlávián és Magyarországon kívül már az *USA*-ban és *Franciaországban* is megalakult az ICSOBA nemzeti bizottsága. Reméljük, hogy mind a szervezet további kiépítéséhez, mind a nemzeti bizottságok megalakulásához jelentősen hozzá fognak járulni a jelen időszakban megrendezésre kerülő nemzetközi kollokviumok. Így elsősorban *Olaszországban*, *Ausztriában*, *Csehszlovákiában*, továbbá a *Szovjetunióban*, *NSZK*-ban és *Görögországban* a közeljövőben remélhetőleg egy éven belül szintén működni fognak az ICSOBA nemzeti bizottságai. A közép- és kelet-európai országokban én vagyok hivatva szorgalmazni a szervezés munkáját — magyar munkatársaimmal karöltve —, és rendkívül fontosnak tartjuk, hogy a szocialista országok minél tevékenyebb részt vállaljanak a szervezet tevékenységében, és ezt hivatalos tagságukkal is tanúsítsák. A szervezési munkát tovább folytatjuk és közölhetem Önökkel, hogy *Nicolas* párizsi professzor, alelnök úrnak a nyugat-európai országokban és Afrikában végzendő ez irányú munkájához sikerült a *Pechiney* cég vezetőségének támogatását is megszerezni. *Roberts* alelnök úr elsősorban *Ausztráliában*, *Japánban* és *Kanadában* fogja szorgalmazi az ICSOBA szervezését. A nemzeti bizottságok a jelenlegi gyakorlat szerint is részben vállalati kezdeményezésre és összefogásból alakultak meg, mint például az *USA*-ban, részben a *Kohászati Egyesületek* vagy más tudományos intézmények keretében működnek, mint például *Jugoszláviában* és *Magyarországon*. Az ICSOBA elnökségének tagjai részben levelezéssel, részben találkozások folytán szoros kapcsolatban vannak egymással, és remélhetőleg a szervezet teljes kiépítése a franciaországi közgyűlésig erőteljesen fog folytatódni.

A szocialista országokban folyó szervezési munka elősegítésére *Karšulin* professzor, főtitkár úr javaslatára az elnökség úgy határozott, hogy a *zágrábi* iroda mellett, attól gazdaságilag függetlenül, *Budapesten* is létre kell hozni egy központi titkárságot, amely a szocialista országokban az ICSOBA tevékenységét irányítja, végzi ezen országok tagjainak regisztrálását, és az elnökség céljainak megfelelő pénzgazdálkodást folytat. Ezen döntés értelmében valamennyi szocialista ország tagdíja nemzeti valutában a budapesti titkárságnak utalható át, ami azt jelenti, hogy az IMB a tagdíjak 50%-át szintén forintban fizetheti be ezen számlára, és így mentesül a valuta átutalással kapcsolatos problémáktól. Úgy véljük, hogy ez az elnökségi határozat megkönnyíti és meggyorsítja a szocialista országokban az ICSOBA nemzeti bizottságok megalakítását, illetve az érdekelt vállalatok, illetve intézmények csatlakozását a nemzetközi szervezethez. Ugyanakkor magyar kollégáinkra, akik eddig is rendkívül áldozatos munkával támogatták az ICSOBA nemzetközi tevékenységét, kétségtelenül további terheket ró. Kérem azonban az érdekelt kollégák további támogatását és munkájuk sikeréhez az Önök segítségét is.

Tudományos tevékenység

Eddig is legfontosabb feladatunknak tekintettük a folyamatos nemzetközi tudományos tevékenység megszervezését. Örömmel közölhetem, hogy hála olasz, osztrák és csehszlovák kollégáink lelkes támogatásának, valamennyi érdekelt szakterületen a legközelebbi, 1973 őszén *Nizzában* tervezett szimpóziumig és közgyűlésig egy-egy nemzetközi kollokviumra került, illetve kerül sor.

Az első ilyen rendezvényt f. év június 7—9. között az *Olasz Kohászati Egyesület* és a *Montecatini Edison* cég rendezte meg, melynek keretében a *Fusina*-ban működő blokkanódos alumínium elektrolizáló üzem megtekintésére is lehetőséget biztosítottak a résztvevők számára. A kitűnően rendezett nemzetközi kollokvium, melyen személyesen is lehetőségem volt részt venni, nagy sikerrel zárult, amit az a körülmény bizonyít, hogy azon 16 ország mintegy 100 szakembere vett részt, beleértve a tengerentúl (Kanada, USA, Japán) szakembereit is. Nagy öröm volt számomra, hogy az IMB 6 tagú delegációval képviseltette magát.

Folyó év november 18—19. között kerül sor *Loeben*-ben a bauxitkutatás és bauxitbányászat tematikájú nemzetközi vitaülésre, melynek megszervezéséért elsősorban *Petrascheck* professzor úrnak, valamint *Wimberger* úrnak, a *Vereinigte Metallwerke AG*, *Ranshofen-Berndorf* vezérigazgatójának tartozunk köszönettel. Utóbbi cég anyagi támogatásával is hozzájárult ezen nemzetközi ICSOBA rendezvény sikeréhez.

Nem mulaszthatom el azonban megemlíteni azon magyar kollégáim segítségét sem, akik ezen két nemzetközi kollokvium szervezésében, illetve lebonyolításában az elnökség megbízásából közreműködtek. Nevezetesen *Szakál Pál*, *Martos István*, *dr. Bárdossy György*, *Bányai Bálint*, *Solymár Károly* és *dr. Zsindely Sándor* kollégáimnak kívánok ehelyt köszönetet mondani.

Sikeresen folyik a „*Timföldgyártás gyengeminőségű bauxitokból*" tárgyú nemzetközi kollokvium szervezése is, melyet ideiglenesen az elnökség megbízásából a budapesti titkárság vállalt magára, mindaddig, amíg *ziari* kollégáink a rendezvény megtartásához a szükséges engedélyeket megszerzik. Úgy értesültem, hogy ez igen jó úton halad, és várhatóan 1—2 hónapon belül a szervezés munkáját teljesen átadhatjuk csehszlovák kollégáinknak, akiknek eddigi fáradozásukért is őszinte köszönettel tartozom.

Nicolas professzor úrtól kapott tájékoztatás szerint *Franciaországban* már megkezdték az 1973. évi, *Nizzában* sorrakerülő szimpozion és közgyűlés előkészítő munkáját.

Az elmondottakból látható, hogy az elnökségnek sikerült vonzó programot kidolgoznia és a szervezet folyamatos tudományos tevékenységét biztosítani.

Kiadványok. Az ICSOBA elnöksége igen fontos feladatának tekinti, hogy nemzetközi rendezvényeinek tudományos eredményeit a műszaki közvélemény rendelkezésére bocsássa, részben önálló kiadványokban, részben a TRAVAUX de l'ICSOBA szakfolyóiratban. Bár a nyomdai átfutási idő miatt a kiadványok megjelenése kissé elhúzódik, tájékoztathatom Önöket, hogy a budapesti szimpozion kiadványainak angol nyelvű kiadása ez év végéig befejeződik. A TRAVAUX 7. és 8. száma jelenleg nyomdában van, és remélhetőleg ez évben ez is megjelenik.

Az elnökség tervezi, hogy a közeljövőben a bauxitgeológia, a bauxitbányászat, a timföldgyártás és az alumíniumelektrolízis területéről ún. fejlődési tájékoztató,

valamint egy új időszakos folyóirat, a COMMUNICATIONS of ICSOBA kiadását, amely a budapesti titkárság gondozásában, monográfia jellegű összeállításokat közölne. Ennek első két száma már sokszorosítás alatt van, nevezetesen a timföldgyártási munkabizottság két igen értékes dokumentum anyagot kíván itt közölni az aluminátlúgok szerkezete, illetve a szilícium viselkedése a Bayer-féle körfolyamatban c. témákról, mintegy 100 oldal terjedelemben.

A felsorolt adatokból és rövid beszámolómból is látható, hogy az ICSOBA a budapesti szimpózium óta valóban világméretekben is nemzetközi fórummá, a szakemberek rendszeres információcseréjét biztosító szervezetté fejlődött. Reméljük, hogy a még előttünk álló feladatokat, a nizzai szimpóziumig és közgyűlésig hátralevő idő alatt sikeresen fogja megoldani.

Befejezésül szeretném megköszönni azt a rendkívül nagy segítséget, melyet az IMB és annak titkársága nyújtott a nemzetközi szervezetnek. Úgy gondolom, hogy e nélkül a segítség nélkül a nemzetközi szervezet munkáját nem tudta volna viszonylag eredményesen ellátni. Amikor további támogatásukat kérem munkámhoz, kívánok az eljövendő időre mindannyiuknak közös ügyünkben való munkálkodásukhoz

Jó szerencsét!

Dr. Juhász Ádám:

Főtitkári beszámoló az ICSOBA Magyar Bizottsága egyéves munkájáról

Tisztelt Teljes Ülés!

Engedjék meg, hogy az IMB 1970. október 5-én Balatonfüreden megválasztott Elnöksége nevében szeretettel köszöntsem Önöket II. Teljes Ülésünk alkalmából. Örömmel üdvözlöm a körünkben megjelent *Dr. Dobos György* vezérigazgató urat, a nemzetközi ICSOBA szervezet elnökét, aki személyes részvételével és tájékoztató tartásával járult hozzá rendezvényünk sikeréhez. Köszöntöm *Marušic R.* és *Lahodny-Šarc O.* zágrábi professzorokat, akik *Karšulin* professzor úr, az ICSOBA főtitkárának és a Jugoszláv Nemzeti Bizottság Elnökségének képviseletében tiszteltek meg bennünket. Végül, de nem utolsósorban sok szeretettel üdvözlöm *Frantisek Stulak* igazgató urat és *Péter Moravitz* osztályvezető urat a Ziari Alumínium-kombinátból, akik csehszlovák barátaink képviseletében mint a tervezett, timföldgyártással foglalkozó nemzetközi ICSOBA kollokvium felkért házigazdái, és a szervezés alatt álló csehszlovákiai nemzeti bizottság megalakításának szorgalmazói jelentek meg körünkben. Nagyon örülnénk, ha Stulák igazgató úr röviden tájékoztatná a II. Teljes Ülés résztvevőit a nemzetközi kollokvium előkészületeinek állásáról.

Előljáróban csak utalni szeretnék azokra a célkitűzésekre, melyeket egy évvel ezelőtt az IMB Elnöksége megfogalmazott. Eszerint az ICSOBA Magyar Bizottságának legfontosabb feladata a technikai, illetve műszaki információcsere megszervezése és elősegítése mind a külföldi eredmények hazai gyors elterjesztése, mind a magyar eredmények nemzetközi megismertetése és elismertetése érdekében. Ez az alumíniumipari világban elfoglalt helyzetünkből fakadó kötelességünk, de egyszersmind további műszaki fejlődésünk egyik elengedhetetlen előfeltétele is. Beszámolómban elsősorban azt kívánom elemezni, hogy mennyiben felelt meg az egy év alatt végzett igen szerény munkánk a fenti célkitűzésnek.

Ismeretes az a körülmény, hogy a nemzetközi szervezet elnöke 1973-ig, az ICSOBA franciaországi nemzetközi közgyűléséig *Dr. Dobos György* vezérigazgató úr, a magyar alumíniumipar képviselője, ez fokozott követelményeket támaszt az IMB nemzetközi tevékenységével szemben is. Ezért is törvényszerű, hogy az IMB Titkárságának és Elnökségének tagjai rendszeresen ellátnak, és az elmúlt évben is elláttak számos nemzetközi vonatkozású feladatot is, a nemzetközi elnök, ill. elnökség megbízásából.

Ezzel a tevékenységgel egyaránt szolgálták az ICSOBA nemzetközi programjának realizálását, és a Magyar Bizottság érdekeit is.

2. ábra. Dr. Juhász Ádám főtitkári beszámolóját tartja

Bár az IMB és annak Elnöksége tehát egyaránt és párhuzamosan tevékenykedett mind a hazai, mind a nemzetközi vonalon, az alábbiakban megkísérlem e két tevékenységet egymástól elkülönítve tárgyalni.

Az IMB hazai tevékenysége

Az IMB Elnöksége nyomban megválasztása után hozzálátott a Bizottság szervezeti kiépítéséhez és megszilárdításához, valamint az 1971. évi munkaterv kidolgozásához. Az IMB regisztrálása szerint, jelenleg 21 jogi taggal, ezek képviselőin kívül további 20 egyéni taggal, összesen tehát 41 egyéni taggal rendelkezik.

Különösen örvendetes, hogy a szervezetnek nemcsak valamennyi alumíniumipari vállalat és intézmény a tagja, hanem számos egyetem, vállalat, kutatóintézet és külkereskedelmi vállalat is, így a *Bányászati Tervező Intézet*, a *Geominco*, a *Mineralimpex*, *Chemokomplex*, *Metallimpex*, az *Eötvös Loránd Tudományegyetem* és a *Veszprémi Vegyipari Egyetem*.

Az IMB jogi és egyéni tagjainak listáját az IMB Tájékoztató 2. számában, melyet Önöknek jelen ülés megkezdése előtt adtunk át, szintén közöltük.

Az IMB munkatervének középpontjában hazai rendezvényeink közül jelen II. Teljes Ülést állítottuk, másrészt rendkívül fontosnak tekintettük, hogy az IMB az ICSOBA nemzetközi kollokviumain méltóképpen képviseltesse magát mind a szakmai közreműködést, mind a résztvevők számát illetően.

Az 1971. évi munkánkkal kapcsolatos kérdéseket az IMB Elnöksége 1971. március 19-én tartott ülésén vitatta meg. Itt hagyta jóvá az évi munkatervet, a kiépítésével kapcsolatos további teendők programját, valamint a nemzetközi kollokviumokon való részvételünkről is határozatot hozott.

A szélesebb szakmai közvélemény tájékoztatására f. évben a BKL Kohászat c. folyóirat 4. számában (177—189. oldal), a Fémkohászat c. rovatban „célszámként" közzétettük az IMB Első Teljes Ülésének anyagát, valamint az IMB Szervezeti és Működési Szabályai-t, melyre Önök szíves figyelmét ezúton is szeretném felhívni. Erre a körülményre való tekintettel fenti anyag kiadásától az IMB Tájékoztatók keretében eltekintettünk.

1971. évi munkánk fontos célkitűzéseként az Elnökség a *milánói* és *leobeni* nemzetközi kollokviumokon való méltó részvételt és ezek eredményeinek hasznosítását, továbbá a bauxitbányászat, timföldgyártás és alumíniumkohászat szakemberei között a szorosabb együttműködés és barátság kialakítását szabta meg.

Külföldön működő tudományos egyesületek nyiltan hangoztatott fő célkitűzése a műszaki információterjesztés és a mérnöktovábbképzés. Ezen követelménynek

maximálisan meg kell felelnie az IMB tevékenységének is. Az Elnökség javaslata alapján ezért képezi jelen II. Teljes Ülés gerincét az általános érdeklődésre számottartó témakörnek

„*Az alumíniumipari szakemberképzés helyzete és feladatai Magyarországon*" a holnapi nap folyamán sorrakerülő megvitatása.

Ezúton is megköszönöm *dr. Káldi Pál* leköszönt rektor úr, *Paczolay Gyula* c. docens, *Harmath Jenő* főtitkár urak és valamennyi vendéglátónk szíves készségét, hogy jelen Teljes Ülésünknek ezt az ideális keretet biztosították, és a szervezéshez oly sok önzetlen segítséget adtak.

Nagy örömmel jöttünk ide a *Veszprémi Vegyipari Egyetemre*, hiszen iparágunk számos szakembere tanult ezen falak között, és az Egyetem volt hallgatóival és iparágunk üzemeivel megalakulásától kezdve a legszorosabb kapcsolatra törekszik, őszintén mondható, sikerrel.

Szeretném megköszönni továbbá azt a nagy megértést is, mellyel ezen ankét megrendezésére irányuló szándékunkat a közreműködésre felkért személyek fogadták, és mellyel vállalták korreferátumok tartását.

Szeretném megemlíteni, hogy a holnapi ankét anyagát a BKL Kohászat c. folyóiratban kívánjuk közzétenni, mert úgy véljük, hogy annak jelentősége túlnő az IMB keretein.

A jelenlegi II. Teljes Ülésen kívül még további 3 országos jellegű rendezvényre kerül sor, ill. került sor 1971. év folyamán, melyek a bauxitbányászat és timföldgyártás, ill. timföldgyártás és alumínium-elektrolízis szakembereinek barátságát, kölcsönös tájékoztatását is hivatottak szolgálni. Az első ilyen *Szakmai napot Inotán* tartottuk, 1971. április 29-én. Ennek keretében került sor *Molnár Imre: „Hőveszteségek a függőleges tüskéjű anódokon"* című, Milánóban elhangzott előadásának előzetes megvitatására. A szakmai napon 9 vállalattól 25 fő vett részt. Az előadást élénk vita, majd üzemlátogatás követte. Az inotai szervezőknek elsősorban *Malinovszky Béla* igazgatónak ezúton is szeretném kifejezni az Elnökség köszönetét.

A folyó évben tervezett további országos jellegű rendezvényekre 1971. november 10—11. *Tapolcán*, és 1971. december hóban *Mosonmagyaróváron* kerül sor.

További előadásokat kívánunk szervezni az OMBKE Bányászati, ill. Fémkohászati Szakosztályával együttműködve, melyeket a helyi csoportok rendeznek.

Az OMBKE Timföldgyári Szakcsoportja és az IMB f. évben eddig két ilyen kisebb vitával egybekötött előadást szervezett a MAT székházban a budapesti szakemberek részvételével:

Január 30-án *Dr. Orbán Ferencné* és *Osvald Zoltán* (FÉMKUT) „*Csőfeltárással kapcsolatos lerakódások*" címmel,

Február 16-án *Dr. Bujdosó Ernő* kandidátus „*Nátrium adszorpció vörösiszapon*" címmel tartott előadást.

Mindkét alkalommal mintegy 15 fő vett részt az élénk vitával egybekötött kis-rendezvényeken. Hasonló rendezvények szervezését vidéken is javasolja az IMB Elnöksége. Várjuk tisztelt tagjaink javaslatait a témákra, esetleg előadókra vonatkozóan is.

Az IMB nemzetközi tevékenysége

Az alábbiakban az IMB egyéves nemzetközi tevékenységét kívánom áttekinteni azzal a korlátozással, hogy csak a magyar tevékenységhez szorosan kapcsolódó eseményekről számolok be, és nem tárgyalom a nemzetkö zi Elnök megbízása alapján megvalósított közreműködést. Etéren elsősorban a f. évben Milánóban megrendezett és Leobenben sorrakerülő nemzetközi ICSOBA kollokviumokon való részvételünkkel kell foglalkoznom.

A *Milánói Nemzetközi Kollokviumra* június 7—8-án Milánóban került sor, melyet június 9-én a *Montecatini* új blokkanódos kohójának meglátogatása követett *Fusinában*. A hivatalos magyar delegációban az IMB részéről *Martos István* (MAT), *Dr. Molnár Imre* előadóként (Kőbányai Könnyűfémmű), *Dr. Mosóczi Ferenc* (FÉMKUT), *Németh József* (Inota), *Dr. Paczolay Gyula* tolmácsként (Veszprém) és *Dr. Szakál Pál* (Chemokomplex) vett részt.

Részt vett a nemzetközi kollokviumon *Dr. Dobos György* elnök, valamint a nemzetközi elnökség megbízásából *Solymár Károly* és *Dr. Zsindely Sándor*. Így összesen 9 magyar résztvevő, ill. közreműködő utazott a milánói nemzetközi kollokviumra. *Dr. Molnár Imre* előadásán kívül *Dr. Mosóczi Ferenc* magyar eredményeket ismertető hosszabb hozzászólása hangzott el magyar részről, de ide sorolható *Dr. Balázs Endre* hozzászólása is, melyet *Dr. Paczolay Gyula* ismertetett. Ő adta elő egyébként *Dr. Mosóczi Ferenc* hozzászólását is, mégpedig olaszul, mellyel ezért is megérdemelt sikert aratott. Egyébként itt is megfigyelhető volt az angol nyelv egyeduralkodóvá válása a műszaki életben, mely ismételten aláhúzza az angol nyelv magas szintű elsajátításának sürgető szükségszerűségét.

Itt kell megemlítenem, hogy az IMB ajándékaként a Milánói Nemzetközi Kollokvium valamennyi résztvevőjének (mintegy 100 fő) átadták a Budapesti II. Nemzetközi szimpózium kiadványának I. kötetét, mely a plenáris ülés, a Közgyűlés anyagát és az ICSOBA Alapszabályát tartalmazza.

A milánói rendezvény tehát sikerrel zárult. Szakembereink méltóképpen szerepeltek, sőt az előkészítésből, a tematika kialakításából is jelentős szerepet vállaltak. Egy évvel ezelőtt éppen *Dr. Szakál Pál* számolt be I. Teljes Ülésünkön előkészítő tárgyalásaik eredményeiről, melyet *Martos Istvánnal* együtt a Montecatini cég képviselőivel folytattak. A *Fusina*-i üzem meglátogatása különösen hasznos volt szakembereink számára. Ezen kollokviummal kapcsolatban még egy magyar vonatkozást kell megemlítenem, és ez a Nemzetközi kollokvium teljes anyagának szerkesztése a TRAVAUX számára, ahol angol nyelven kerül kiadásra. Ezt a munkát *Dr. Zsindely Sándor* fogja elvégezni.

A Bauxitkutatás és Bauxitbányászat című ICSOBA vitaülésre folyó év november 18—19-én Leobenben kerül sor.*

A „*Timföldgyártás gyenge minőségű bauxitokból*" című nemzetközi kollokvium előkészítése is sikeresen folyik, az előzetes program elkészült, a felkért előadók egy részétől máris pozitív válasz érkezett. Nagyon örülnénk, ha erre a rendezvényre a nemzetközi elnökség javaslatának megfelelően Csehszlovákiában, Besztercebányán és Žiar-ban kerülne sor, ami mind a mi nagyobb létszámú részvételünket, mind a többi szocialista ország fokozottabb részvételét lehetővé tenné. Az előkészületek állásáról kérem *Štulák* igazgató úr szíves rövid tájékoztatóját.

A kiadványok helyzete

Az igen tisztelt résztvevők megérkezésükkor kapták kézhez az IMB Tájékoztató 2. számát. Ebben elsősorban hasznos adatok közlésére szorítkoztunk az ICSOBA nemzetközi és hazai tevékenységét, tagjait, rendezvényeit illetően. Közöltük *Dobos* elnök úr Milánóban elhangzott beszédét, a Milánóban lebonyolított programot, a Leobeni Nemzetközi Kollokvium végleges programját, valamint a Timföldgyártási ICSOBA Kollokvium előzetes programját, tájékoztatást adunk az IMB évi programjáról és az ICSOBA kiadványairól is. Az IMB Tájékoztató-kat a jövőben is elsősorban a szervezet híreinek közlésére kívánjuk felhasználni.

A budapesti konferencia anyagának angol nyelvű kiadványa a Fémipari Kutató Intézet gondozásában várhatóan folyó év végéig teljes egészében megjelenik (4 kötetben). A II. kötet (Bauxit) elkészült, a III. kötet már végleges nyomásra kész (Timföld), és a IV. kötet (Alumínium) első kefelenyomata is elkészült.

A nemzetközi publikációs tevékenység elősegítése érdekében további terheket vállaltunk magunkra. Ez évtől kezdve — sokszorosított formában — Budapesten adjuk ki az ICSOBA új kiadványát „*Communications of ICSOBA*" címmel. Ezen kiadványban elsősorban nem eredeti közlemények, így az egyes szakterületek ún. Fejlődési Tájékoztatói, egyes témák dokumentációs feldolgozása kerül kiadásra. Így pl. a Timföldtechnológiai Munkabizottság szerkesztésében „*Az aluminátoldatok szerkezete*" és „*A SiO_2 viselkedése a Bayer-eljárásban*" c.

* Erről a f. évi 4. számunkban már beszámoltunk. (Szerk. megjegyzése.)

monográfia. A nemzetközi elnökség határozata értelmében az egyes szakterületek fejlődési tájékoztatóját az ICSOBA Munkabizottságai és Nemzeti Bizottságai közreműködésével a területi főszerkesztők *(Bárdossy Gy., Eremin N. I.* és *Gerard G.)* szerkesztik. A bauxitgeológia és ásványtan területéről a Fejlődési Tájékoztató összeállítását *Dr. Bárdossy György* vállalta, aki a leobeni kollokvium anyagát is sajtó alá rendezi a TRAVAUX számára. Meg kell viszont állapítanunk, hogy a kiadványok kiadása rendkívül nehéz, nagy erőfeszítések árán sem vagyunk képesek a joggal megkívánt gyorsasággal dolgozni. Sajnálatosan késik a TRAVAUX 7—8. számának megjelenése is,** hiszen a 6. szám még 1969 őszén hagyta el a nyomdát. A magunk részéről igyekszünk mindent elkövetni annak érdekében, hogy *Karšulin* professzorral egyetértésben, a TRAVAUX rendszeres megjelenését biztosítsuk.

Nemzetközi kapcsolataink az elmúlt időszakban is részben levelezésre korlátozódtak, de a milánói kollokviumon szép számú delegációval vettünk részt. Rendszeres kapcsolat alakult ki, ill. folytatódott a Jugoszláv Tudományos és Művészeti Akadémiával, valamint a Ziari Alumíniumipari Kombináttal. Az ICSOBA Jugoszláv Nemzeti Bizottságával az IMB valutamentes cseremegállapodást kötött évi 80 nap kontingensben. Reméljük, hogy mindkét fél sok hasznos szakmai tapasztalattal gazdagodik majd e baráti kapcsolat során.

Az OMBKE és az AIM (Olasz Kohászati Egyesület) között nem sikerült hasonló cseremegállapodást létrehoznunk, mert az olasz partner az eltérő vállalati érdekekre hivatkozva meglehetősen mereven elzárkózott. A *žiari* kollégákkal a kapcsolatunk elsősorban a Csehszlovákiában tervezett Timföldgyártási Nemzetközi Kollokvium előkészítését és az ICSOBA Csehszlovák Nemzeti Bizottságának megalakítását volt hivatva szolgálni. Ez a kapcsolatunk példásan jó és baráti, reméljük, hogy mindkét fél számára ezen túlmenően szakmailag is hasznos lesz. A jövőben az ICSOBA egyéb nemzeti bizottságaival is törekszünk hasonló megállapodásokat kötni, így pl., a Francia Nemzeti Bizottsággal és az IMB keretében is szorgalmazzuk külföldi üzemlátogatások megszervezését.

A továbbiakban a főtitkár az IMB gazdasági helyzetét ismertette.

Tisztelt Teljes Ülés!

Beszámolóm végére érve úgy érzem, hogy az IMB és annak Elnöksége az elmúlt évben eredményes munkát végzett. Munkánk hiányosságainak értékelésekor nem feledkezhetünk meg arról, hogy tagjaink, elsősorban titkárságunk tagjai, napi munkájuk mellett társadalmi munkában dolgoznak, elég mostoha körülmények között. Azt, hogy milyen nehéz a szervezés, egy-egy kiadvány kiadása, saját bőrünkön sokan tapasztalták. Így amikor kérem bíráló megjegyzéseiket, javaslataikat, egyben azt is kérem, hogy adjanak még több segítséget munkánkhoz nemcsak az anyagiak, hanem saját lelkesedésük, idejük feláldozásával közös, nemes céljaink elérése érdekében. Kérem a MAT, a jogi tagvállalatok, az OMBKE további segítségét. Biztos vagyok benne, hogy az Önök támogatásával további még nagyobb sikereket érünk majd el szeretett szakmánk és iparágunk javára.

Hozzászólások

Štulák Frantisek (a ZSNP igazgatója, Ziar n. Hronom, Csehszlovákia)

Barátaim, örömmel vettük tudomásul *Dr. Dobos* György elnök úr közlését, mely szerint az ICSOBA következő évi nemzetközi kollokviuma *Csehszlovákiában* lesz, alacsony modulusú bauxitok feldolgozása tárgyában. Ezen a területen már nagy tapasztalataink vannak, azonban még ma sem vagyunk megelégedve az elért eredménnyel. Már régóta dolgozunk azon, hogy átalakíthassuk timföldgyárunkat, és áttérhessünk olyan eljárásra, mely gazdaságosabb és megengedi, hogy jobb minőségű timföldet gyárthassunk.

A beruházással együttjáró nehézségek — melyekkel nálunk is találkozhatunk — egyelőre nem teszik lehetővé a változtatásokat, kénytelenek vagyunk megmaradni a mostani eljárásnál, és kihasználva eddigi összes tapasztalatainkat, intenzifikálási lehetőségeinket, emeljük a termelést és javítjuk a minőséget.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a magyar szakembereknek azért a mélyreható és készséges segítségért, amit a csehszlovák alumíniumiparnak nyújtottak.

Tudjuk, hogy a világon sok jó minőségű, *Bayer*-eljárásra alkalmas bauxitot termelnek, azonban sok helyen van nagy mennyiségű alacsony modulusú bauxit is. Szükséges ezért egy olyan új eljárás kidolgozása, mely sokkal gazdaságosabb, úgy véljük, hogy azok az eredmények, melyeket elértünk, és tapasztalataink felhasználhatók lesznek más országok alumíniumiparában is.

A jövő évi kollokvium júniusban lesz *Besztercebányán*, illetve *Žiárban*. A szervezési munkákat elkezdtük. Örömmel közlöm a jelenlevőkkel, hogy fölöttes csehszlovák hatóságaink már hozzájárultak a kollokvium megszervezéséhez, és bevették azt a jövő évi nemzetközi terveinkbe. Köszönöm a magyar szakemberek támogatását és segítségét, és hogy átadták tapasztalataikat egy ilyen nagy nemzetközi akció megrendezéséhez. Reméljük, hogy a magyar elvtársakhoz továbbra is fordulhatunk segítségért, tanácsért.

Ezenkívül azon is fáradozunk, hogy nálunk is megalakulhasson az *ICSOBA Csehszlovák Nemzeti Bizottsága*. Tekintettel azokra a nehézségekre, melyek a múlt évekből származnak országunkban, és tekintettel arra, hogy most nálunk főleg a politikai és gazdasági kérdések vannak előtérben, a szervezés kissé elhúzódik. Az alumíniumiparhoz tartozó vállalatok és a többi érdekelt vállalat is támogatja a Csehszlovák Nemzeti Bizottság megalakulását. Megtárgyaltuk ezt a kérdést fölöttes hatóságainkkal is, ahonnan szintén kedvező választ kaptunk. A nemzetközi szervezet megalakulása és tevékenysége nagy segítséget nyújt a további közös munkához, mert már tapasztaltuk, hogy mennyire szükséges az alumíniumiparban a nemzetközi integráció és a nemzetközi munkamegosztás.

Csehszlovákiában az alumíniumgyártás nagyon fiatal iparág. Hálásan gondolunk vissza a csehszlovák alumíniumipar beindításánál a magyar szakemberek őszinte, önzetlen segítségére. Ez a segítség kiterjedt a szükséges dokumentációk elkészítésére, a műszaki káderek betanítására, valamint a szakemberek kiválasztására, akik beindították az első alumíniumkohót. Ma már több mint 30%-kal túllépte a tervezett kapacitást a timföldgyár, és 70%-kal az alumíniumkohó. Ez az együttműködés példaképpen állítható országunk többi iparága elé is.

Ezen eredmények alapján a *Csehszlovák Külügyminisztérium Nemzetközi Kapcsolatokat Fenntartó Főosztálya* úgy határozott a magyar illetékes hatóságokkal egyetértésben, hogy a *„Csehszlovák Barátság és Együttműködés Fejlesztésében Elért Eredményekért" I. és II. fokozatú érdeméremmel* tünteti ki a magyar elvtársakat. Első fokozatú kitüntetésben *Dr. Dobos György*, a MAT vezérigazgatója és *Dr. Juhász Ádám*, az ALUTERV igazgatója részesült. II. fokozatot *Kanizsai József* elvtárs, a Bakonyi Bauxitbánya Vállalat igazgatója kapta. A *Budapesti Csehszlovák Nagykövetség kérésére* közlöm ezt a jelenlevő konferencia tagjaival, mely az érmeket diplomáciai úton fogja nevezetteknek átadni.

Ezeknek az érmeknek átadása köszönetünket fejezi ki a magyar alumíniumipari szakembereknek, és meg vagyunk győződve arról, hogy a jövőben is ilyen eredményesen fogunk együttműködni. Éljen a magyar és csehszlovák alumíniumipari együttműködés, és gratulálok az említett elvtársak kitüntetéséhez.

Dobos György vezérigazgató (MAT)

A másik két érintett magyar kollégám nevében is köszönetemet fejezem ki ezen megtisztelő gesztussal kapcsolatban, amelyről *Štulák* elvtárstól értesültem. Engedjék meg, hogy néhány szóban megemlékezzek a magyar—csehszlovák alumíniumipari kapcsolatok 20 éves múltjáról. (Részleteket ismertet a közös munkákból.) Remélem, hogy az a jó kapcsolat, mely a két ország között az évek folyamán kialakult, nemcsak, hogy megmarad, hanem egyre továbbfejlődik és fokozódik.

** Időközben megjelent. (Szerk. megjegyzése.)

R. Marušic egyetemi tanár (Jugoszláv Tudományos Akadémia, Zágráb)

Különös megtiszteltetésben van részem, amikor az *ICSOBA Jugoszláv Nemzeti Bizottsága* és *Karšulin* professzor úr nevében üdvözölhetem Önöket.

Tegnap volt alkalmam utoljára *Karšulin* professzor úrral beszélni, aki rendkívül sajnálta, hogy nem tudott eljönni szembetegsége miatt. Ami engem illet, mondhatom, hogy rendkívül nagy örömmel jöttem Önökhöz, mert már számos alkalommal jártam Magyarországon, ahol mindig a legteljesebb mértékben otthon éreztem magam.

Amikor néhány évvel ezelőtt — még az I. zágrábi szimpózium idején — szorosabb együttműködésünk a magyar alumíniumipari szakemberekkel megkezdődött, biztos voltam abban, hogy az egyre fejlődő tudományos, szakmai kapcsolatok igen eredményesek lesznek.

Ahogy most a megjelent hallgatóságot látom, és visszagondolok a balatonfüredi találkozóra, úgy érzem, hogy az ICSOBA ügyét Magyarországon sikerrel viszik előre.

Solymár Károly (Fémipari Kutató Intézet)

Tisztelt Elnökség, tisztelt Teljes Ülés!

Engedjék meg, hogy az alumíniumipari szakemberekkel folytatott beszélgetések tapasztalatait leszűrve az IMB elé több javaslatot terjesszek.

Javaslataim előterjesztésekor abból a tényből indulok ki, hogy az IMB tagságának összetételéből is kitűnik, hogy a Magyar Bizottság nem korlátozódik az ICSOBA jelenlegi hivatalos tevékenységi területére (bauxitgeológia, bauxitbányászat, timföldgyártás, alumínlumelektrolízis), hanem felöleli az iparág teljes vertikumát (félkészárugyártás, alkalmazástechnika, kereskedelem). Ugyanakkor a nemzetközi alapszabály írja elő a tevékenységi kört, mely kör szélesítése, szűkítése, módosítása az ICSOBA közgyűlésének feladata. Másrészt a nemzetközi tagság névsorából látható, hogy a világ nagyobb vertikális felépítésű cégei is képviseltetik magukat. Tudomásom szerint jelenleg az alumíniumipar területén az ICSOBA az egyetlen olyan nemzetközi szervezet, mely tudományosan fogja össze az alumínlumiparral kapcsolatos tevékenységet, a bauxit geológiájától az alumínium elektrolíziséig.

Első javaslatom az lenne, hogy ki kellene terjeszteni az ICSOBA tevékenységét az egész alumíniumipari vertikumra, tudományos értelemben.

Jogosan merült fel ugyanis az a kérdés, hogy az ICSOBA tevékenysége miért fejeződik be az alumíniumelektrolízissel.

Célszerű lenne, ha az ICSOBA Magyar Bizottsága javasolná a nemzetközi elnökség felé (1973-ig) az ICSOBA tevékenységének további kiterjesztését, az alapszabály módosításával.

Ehhez a témakörhöz kapcsolódik 2. javaslatom: Az átfedések elkerülése végett össze kellene hangolni a leobeni „Leichtmetall-Tagung"-ok és az ICSOBA-rendezvények programját.

Ugyancsak ezzel a kérdéssel függ össze a 3. javaslat is mely a Magyar Bizottság fokozottabb értelemben vett belügye, nevezetesen: hogy a *Magyar Alumínium* c. folyóiratban kapjanak helyet az IMB tudományos közleményei is.

Dr. Domony András (ALTAK)

Válaszolni szeretnék *Solymár* Károly igen érdekes és először felvetésre kerülő kérdésére.

Arra a kérdésre, miszerint ki kell terjeszteni az ICSOBA tevékenységét az egész alumíniumipari vertikumra. Szerintem ez önmagában nagyon tetszetős, de nagyon megfontolandó kérdés. Részint már vannak olyan szervezetek, mint a SZIDA, melyek elsősorban elvileg nehezítik ezt a kérdést. Amennyiben a nemzetközi helyzet ilyen szempontból lehetőséget ad, akkor lehetne gondolkodni a félgyártmánygyártás valamilyen formában történő bekapcsolására a tevékenységi körbe, de ezt nem tartom lehetségesnek 1973-ig.

A publikációval kapcsolatos kérdésre reagálva elmondhatom, hogy amikor elindult a *Magyar Alumínium* c. lap, akkor került rendezésre a profil kérdése.

E szerint a bányászati rész a *BKL Bányászat*-ban, a kohászati rész a *BKL Kohászat*-ban nyer elhelyezést, mely magában foglalja a félgyártmánygyártást és a timföldgyártást is.

A *Magyar Alumínium* c. folyóirat csak az alumínium felhasználók széles köreit tájékoztatja az elért műszaki eredményekről, tudományos alapon. Ha az IMB vezetősége és a hazai közvélemény az információs anyag kiterjesztését igényli vagy szélesebb körben történő publikációt kér, a Magyar Alumínium c. folyóirat szerkesztősége — egyeztetés után — készségesen biztosít erre helyet.

Dr. Juhász Ádám válasza a felvetett kérdésekre

Az elnökség nevében mégegyszer megköszöni *Štulak* igazgató úr közléseit, amely azt jelenti, hogy a magyar szakmai közvélemény számára is rendkívül érdekesnek ígérkező kollokvium megrendezését elvállalják. Köszöni az ilyenirányú erőfeszítéseket, és megígéri az IMB nevében, hogy ezután is támogatják, segítik a szervező munkában a csehszlovák kollégákat, ha erre szükség van.

Marušic professzornak is megköszöni kedves üdvözlését, és úgy látja, hogy a *Jugoszláv Nemzeti Bizottsággal* eddig kialakult jó kapcsolatok továbbfejleszthetők.

Biztos benne, hogy meg fogják találni a lehetőségét annak, hogy ez az együttműködés minél kellemesebb és hasznosabb legyen mindkét bizottság részére.

Solymár Károly javaslataihoz válaszképpen elmondja, hogy rendkívül fontosnak tartja azokat mind a hazai ipar szakemberei számára, mind az ICSOBA tevékenységének szempontjából. Viszont kiemeli, hogy ebben a kérdésben csakis az ICSOBA elnöksége, ill. közgyűlése jogosult dönteni, úgy véli, hogy erről az IMB-nek beszélni nem volna helyes, mert túllépné hatáskörét. A tevékenységi kör kiterjesztésének felvetését azonban javasolja, és úgy véli, hogy a nemzetközi elnökség foglalkozni fog e kérdéssel, megvizsgálja a többi szervezetekkel együtt, hogy időszerű-e vagy sem. Ezt 1973-ig alkalmuk lesz még megbeszélni.

A másik javaslattal kapcsolatban elmondja, hogy a nemzetközi elnök úr lényegében vállalta, hogy megkísérli a leobeni napok programjának egyeztetését az ICSOBA rendezvényekkel. Ezt a javaslatot a maga részéről is feltétlenül helyesnek tartja.

A harmadik javaslattal kapcsolatban úgy véli, hogy a Magyar Alumínium c. lap témakörének megváltoztatására nem az IMB az alkalmas fórum, ezt az OMBKE és a MAT elé kell terjeszteni.

Anódproblémák az alumíniumelektrolízisben

MARTOS ISTVÁN okl. kohómérnök
Magyar Alumíniumipari Trőszt

Az ICSOBA elnöksége 1969-ben megjelölte azokat a fontos témákat, melyek megtárgyalására nemzetközi kollokvium szervezése kívánatos. Ilyen témakör volt többek között az alumíniumelektrolízis anódproblémái is.

A kollokvium megrendezésére az olasz *Montecatini—Edison* cég és az *Associazione Italiana di Metallurgia* (Kohászati Egyesület) vállalkozott.

3. ábra. A hallgatóság egy csoportja. Az első sorban Szennyay István, Kanizsai József, valamint František Štulak és Peter Moravitz žiari vendégeink

Alapos és gondos előkészítő munka után — melyben magyar szakértők is résztvettek — a konferencia megrendezésére 1971. június 7—9. között *Milánóban* került sor.

A program első két napján a résztvevő szakértők előadásai és konzultációk hangzottak el, a harmadik napon pedig a résztvevők megtekintették a *Fusinai Alumíniumkohót.*

A konferencián mintegy 100 fő alumíniumkohászati szakember vett részt, az alábbi országokból: *Kanada, Csehszlovákia, Franciaország, Német Szövetségi Köztársaság, Kelet-Németország, Anglia, Magyarország, Japán, Norvégia, Spanyolország, Svédország, Svájc, USA, Jugoszlávia* és a vendéglátó *Olaszország.*

A tanácskozáson 12 előadás hangzott el, köztük *dr. Molnár Imre: „Összefüggések az önsülő anód hővesztesége és az elektrolizálókádak teljesítménynövelése között"* c., a hazai szakértők előtt már ismert témájú előadása.

Az olasz vendéglátók ezt az alkalmat felhasználták arra, hogy az *Olasz Kohászati Egyesület Guido Donegani* emlékérmet prof. *Grjotheim* norvég szakember részére ünnepélyesen átadják.

Az előadások az alábbi főbb témacsoportokkal foglalkoztak:

— az önsülő és a blokkanódos alumínium elektrolizáló kádak kritikai összehasonlítása;

— a reakciómechanizmus és az anódfogyás problémái;

— az alapanyagok minőségének befolyása az anód technológiájára.

Az alábbiakban a teljességre való törekvés nélkül szeretnék beszámolni az előadásokon és konzultációkon elhangzott fontosabb, a hazai alumíniumipari szakembereket érdeklő kérdésekről.

1950 körül az egész világon megindult a nagyáramerősség felé haladás az alumínium elektrolízis technológiájában a 100 kA-es és annál nagyobb kádak megjelenésével. A két technológia, a *Soederberg anódás* és *blokkanódás,* melyek a megelőző évtizedekben leküzdötték a fejlődés első szakaszában jelentkező nehézségeket és hibákat, kiforrott állapotba jutott mind a berendezések, mind a technológiák vonatkozásában. Ez utóbbi olyan kismértékben tér el egymástól, hogy az egyik, vagy másik technológia alkalmazása csak a különleges helyi viszonyoktól függ, és így a különböző országokban más és más fejlesztésnek lehettünk tanúi.

A fejlesztés általános jellemzője az áramerősség igen nagymértékű növelése, intenzív gépesítés, és a periodikusan jelentkező műveletek automatizálása.

Például *Franciaországban* 1955-ben 100 kA-es *Soederberg* anódás, illetve 130 kA-es blokkanódás kádakat helyeztek üzembe. *Olaszországban* 1962-ben 110 kA-es *Soederberg* anódás kádakat, 1970-ben 150 kA-es blokkanódás kádakat indítottak.

A *Soederberg* anódok, melyek éppen *Olaszországban* és *Franciaországban* érték el legfejlettebb formájukat, ma is az 1950—1960-as évek színvonalán állnak, míg a *Szovjetunióban* 150 kA-es *Soederberg* anódás kádak vannak üzemben és a kísérleti kádak a 200 kA-t is túllépték. Ezzel párhuzamosan 120—150 kA-es blokkanódás kádakat is üzemeltetnek. Az *Egyesült Államokban* és *Kanadában* mindkét technológia elterjedt.

Megemlítendő még a VAW által kifejlesztett és üzemben tartott folyamatos üzemű blokkanódás, különleges kádtípus is.

Technológiai összehasonlítás Soederberg és blokkanódás kádak között

Az összehasonlítás csak bizonyos feltételek mellett végezhető el, melyek közül az első az, hogy az anód áramsűrűség azonos legyen. Ez a teljes üzem termelésének és a kád áramerősségének azonossága mellett egyenértékűvé teszi a kádak mindazon szerkezeti elemeit és szerelvényeit, melyek az anódok egyes típusaitól függetlenek és azokkal nincsenek szoros kapcsolatban. Az azonos áramsűrűség mindkét anódtípus esetében azonos hatással van az áramhatásfokra és az ebben mért különbség közvetlenül az anód típusától függő feltételek hatásának tulajdonítható.

1. A kád szerkezete és a kiszolgáló berendezések

A blokkanódás kád abban tér el a Soederberg rendszerűtől, hogy az anód felépítése lényegesen egyszerűbb. A függőleges befoglaló méret kisebb, mint a Soederberg anódok esetében.

A Soederberg anód bonyolultabb szerkezete nagyobb anód összsúlyt eredményez, ennek megfelelően növekednek a felfüggesztő és mozgató szerkezetek méretei is.

A katódszerkezet gyakorlatilag mindkét anódtípus esetében azonos.

A kádak kezelőberendezései: a kéregbetörő, a timföldadagoló, s csapoló berendezés azonosak lehetnek. Különbség mutatkozik azonban az anód kezelésében. Az egyik esetben segédtartó kell az anódköpeny emelésekor, a másiknál anódblokk cserélő berendezés és tartógerenda szükséges.

A kétféle típusú anód függőleges, illetve vízszintes befoglaló méretei nem befolyásolják a csarnok magasság méreteit, mivel ezt munkaegészségi szempontok határozzák meg. Az anód típusa nem befolyásolja a kádszéria elhelyezését sem.

A Soederberg vagy blokkanódokkal felszerelt üzemek közötti eltérések a Soederberg anódmassza előkészítő, elosztó, és adagoló rendszerére, illetve az anódblokkok gyártására, a blokk kötegek összeállítására, továbbá a tüskék felújítására, a bevezető rudak és a szénblokk illesztésére, valamint a blokk kötegek kádhoz-szállítására szükséges berendezésekre terjednek ki.

A Soederberg és a blokkanódás kádak szembeállításánál a termelő egység szerkezetében a csarnoki kiszolgáló berendezésekben és az üzem kialakításában nincsenek jelentős eltérések, lényeges különbség csak az anód kezelési technológiánál van.

2. Az elektrolízis folyamatának irányítása, a kezelés módja

Üzemeltetési szempontból a Soederberg és a blokkanódás kádak csak az elektrolízis folyamán elfogyó anódszén pótlásának módjában térnek el egymástól. A Soederberg anódoknál a pótlóanyagot anódmassza formájában adagolják, melyet külön üzemben gyártanak.

Az áramvezető tüskéket időszakonként cserélik és tisztítják. A blokkanódás kádaknál a szénelektróda pótlása komplexebb és kényesebb művelet. Hasonlóképpen bonyolultabb a blokkgyártó üzem is.

Az elektrolízis folyamatának irányítása — jó minőségű alapanyagok használata mellett — könnyebbnek mutatkozik a blokkanódás kádakénál, mivel az esetleges üzemzavarok könnyebben felismerhetők azáltal, hogy kevesebb szénsalak található a fürdő felszínén, vagy abból, hogy hiányzik az olajfüst az anódgázokból.

A Soederberg anódoknál olyan rendellenességekkel is találkoztunk, melyek a blokkanódoknál nem lépnek fel. Ezek az anódszén szabálytalan és differenciált fogyásakor jelentkeznek, így az anód és katód közötti rövidzárlat kialakulásához vezetnek. (A helyi áramsűrűség növekedés a jó áramhatásfokra igen káros).

Az úgynevezett *„anódkinövéseket"* csak nagy nehézségek árán és kellemetlen munkával lehet kiküszöbölni. A rendellenességek e fajtája jellemző a Soederberg anódokra, mivel azokból a felületi egyenletlenségekből származik, melyek az anódmassza folyamatos kiégése közben, vagy az áramvezető tüskék hőtágulása miatt keletkeznek.

A Soederberg anódok alján általában többé-kevésbé mély repedések alakulnak ki, melyeknek csomópontjaiban az átlagos minőségtől eltérő durva szemcsék helyezkednek el. A szemcsék porózus és morzsalékony állapotúak, magas vasszulfid tartalommal.

A blokkanódás kádaknál a fent említett üzemzavarok nem fordulnak elő, vagy nagyon ritkák és a meghibásodott anódblokk cseréjével vagy a pólustávolság változtatásával könnyen megszüntethetők. Ennek ellenére mind a Soederberg, mind a blokkanódás kádaknál a normális anódszén fogyasztás elérése szempontjából alapvető jelentősége van az elektrolízis jó és hatékony ellenőrzésének és irányításának.

Abban az esetben, ha az anód hibái a felhasznált szénanyagok rosszminőségére vezethetők vissza, az üzemeltetés folyamán leküzdendő nehézségek súlya a két

kádtípus esetében azonos. A probléma ekkor úgy jelentkezik, hogy vajon hol egyszerűbb jó anódot előállítani: a blokkanódos, vagy a Soederberg anódos ciklusban?

A Soederberg anódos kádaknál felléphetnek olyan üzemzavarok, melyek az anód szabálytalan alakja miatt állnak elő. Ezt főként a kiégés körülményei és felhasznált szurok minősége befolyásolja.

A blokkanódot ellenben már eleve kifogástalan módon kell gyártani részben a normális üzemeltetés, részben a kis fogyás érdekében, miután a gyártási költségek meghaladják a Soederberg anódét.

A Soederberg anódos kád abban is különbözik a blokkanódástól, hogy azonos üzemi viszonyok mellett is 0,2—0,3 V-tal nagyobb feszültséggel üzemeltethető. A feszültségtöbblet magán az anódon jelentkezik. Ennek megfelelően nagyobb az anód hőveszteségе is kb. 0,6—0,8 kWó/kg alumíniummal.

A nagyobb feszültségesés és hőveszteség abból ered, hogy hosszabb áramutak vannak az anód áramvezetők elemein, valamint nagyobb az anód fajlagos ellenállása is. Ez utóbbi az alacsonyabb égetési hőmérséklet következménye.

A blokkanódás kádaknál a szabadon álló anódfelületről távozó hőveszteség igen kismértékű, miután a timföld az anódblokkokat majdnem teljesen befedi. Ezzel szemben a Soederberg anódoknál ez a hőveszteség mindig jelentkezik az anódszerkezet konstrukciója következtében.

3. Alapanyagok, műszaki paraméterek

A felhasznált alapanyagok közül csak a szurok mennyiségénél van különbség, amennyiben a Soederberg üzemben ebből kb. 50%-kal több a fogyasztás. Fontos, hogy a szurok különleges tulajdonságokkal rendelkezzék és azok üzemeltetés közben állandóak maradjanak. Különböző helyről származó masszára való áttérés még jó minőség esetén is zavarokat okoz a kádak üzemében abban a periódusban, amikor a kétféle massza határfelülete az elektrolit szintjét eléri. Rosszul választott, vagy nem jó minőségű anódmassza használata esetén a krízis meglehetősen hosszú idő úton, kb. 3 hónap múlva jelentkezik, az anódfogyásnak megfelelően.

A villamosenergia fogyasztásban a blokkanódokkal azonos áramsűrűség mellett megfelelő anód üzemeltetési feltételek esetén 0,7—0,8 kWó/kg megtakarítás érhető el. A bruttó blokkanód fogyasztás 0,50—0,53 kg/kg alumínium, Soederberg üzem esetén 0,52—0,55 kg/kg alumínium anódmassza.

Az anódszén felhasználás a blokkanódos üzemben valamivel kisebb, ezenkívül lehetőség van az anódmaradék újrafelhasználása révén kb. 10% anyag visszanyerésére.

A Soederberg üzemben a friss fluorsó fogyasztás kb. 10 kg-mal magasabb, mint a blokkanódás üzemben.

A termelt nyersalumínium minősége tekintetében megállapítható, hogy a blokkanódos üzem általában jobb minőségű fémet termel a mérsékeltebb szennyező források miatt, mint a Soederberg anódos üzem.

4. Az elektrolízisnél keletkező gáz tisztítása és elszívása

Az alumíniumkohók műszaki fejlesztésének egyik legégetőbb problémája a csarnokok munkaterének és az atmoszféra szennyeződésének megszüntetése. A probléma gyakorlati megoldásai jelentősen befolyásolják az üzemek létesítési költségeit.

A csarnok-munkatér légszennyeződésének megszüntetése szükségessé teszi, hogy a csarnok levegője olymértékben cserélődjék, hogy elegendő legyen a hőteher és a kádból távozó ártalmas anyagok eltávolítására. A környezetvédelem pedig megköveteli, hogy a nagymennyiségű szabadba távozó levegő ne tartalmazzon bizonyos határ-koncentráción és mennyiségen felül olyan káros anyagokat, mint a mindkét típusú kádnál keletkező fluor és főleg a Soederberg anódoknál a szurokból származó organikus anyagok.

A csarnok légterének tisztántartásához vagy olyan berendezés szükséges, mely az elektrolízisnél keletkező gázokat összegyűjti és anélkül, hogy a légtérbe jutnának a tisztítóberendezéshez továbbítja, vagy — amennyiben a gáz a csarnokba jut — megfelelő cseréről kell gondoskodni. A gyakorlat azt bizonyítja, hogy a hőteher eltávolításához szükséges légcsere általában elegendő az ártalmas anyagok eltávolítására is. A külső levegő szennyeződésére vonatkozó korlátozások éppen ezért annál nagyobb szerephez jutnak, minél több szennyezőanyag jut a csarnok levegőjébe. Igyekeznek tehát ahol csak lehetséges az elektrolízis gázait közvetlenül a kádakon összegyűjteni és elszívni.

Ha a gáz összegyűjtése nem, vagy csak részben lehetséges, a kicserélt levegőt meg kell tisztítani. Erre a célra többféle berendezést fejlesztettek ki.

A kádakról elszívott gázok a kétféle anódtípus esetében jelentősen különböznek egymástól.

A Soederberg anód anyagában a szénhez mindig nagyobb mennyiségű kötött hidrogén kapcsolódik, mint a blokkanód anyagában, ahol hidrogéntartalom 0,1 súlyszázalék. A Soederberg anódos kádaknál a kb. 10 kg/t fluorsó többletveszteséggel arányos mennyiségű fluoridok is gázállapotú fluorsavként távoznak.

Az elektrolízisből elillanó fluor mennyisége 1 t alumíniumra számolva a Soederberg anódoknál 19—20 kg/t, a blokkanódoknál 14—15 kg/t.

Az előbbinél az elillanó fluorból hidrogénfluorid kb. 85%-ot, a másodiknál kb. 35%-ot tesz ki. Ezenkívül mindkét típusnál a füst semleges gáz formájában CF_4-et is tartalmaz, kb. 1,5—2 kg F/t alumínium mennyiségben.

A Soederberg anódok nagy előnye, hogy a viszonylag magas fluortartalmú füst 75—80%-át könnyen fel lehet fogni. A gáz összegyűjtését az anódköpeny alsó részén elhelyezett gázharang teszi lehetővé. A füst fel nem fogott része, kb. 20—25%, a csarnokba jut és a tetőn elhelyezett kéményeken át távozik. A kéményeken áramlik ki a kádakból leadott hőenergiát elvivő légtömeg is.

5. Gazdaságossági összehasonlítás

A kétféle változat gazdaságossági összehasonlítását célszerűen a beruházási költségek és a kádak üzemeltetési költségeinek vizsgálatával lehet megejteni.

A *létesítési költségeket* illetően a blokkanódás kádak esetében a csarnok építészeti munkái és a kádak költségei kisebbek. A kádak ára kb. 20%-kal alacsonyabb, mint a Soderberg kádaké.

A blokkanódás üzemben többletköltséget okoznak az anódok előkészítésével kapcsolatos segédüzemek. Míg a Soederberg üzemben csak az áramvezető tüskék tisztítása igényel külön berendezést, a blokkanódás üzemnél szükség van olyan automatizált komplex létesítményre, mely fel van szerelve az anódmaradék szén és öntöttvas anyagaink törésére, a csatlakozók tisztítására és az új anódblokkok öntöttvas kiöntéssel történő felerősítésére alkalmas gépsorra.

A kádak kiszolgáló berendezései között csak az anód karbantartásához szükséges darunál mutatkozik különbség. Ennek ára az alkalmazott megoldásoktól függ, de a különbség általában nem nagy.

Az anódmasszagyár és a blokkanóda gyártó üzem létesítési költségei közül az utóbbi lényegesen nagyobb, mert a mindkét esetben szükséges masszagyártó berendezésen kívül anód formázó és kiégető üzemről is kell gondoskodni. A blokkanóda gyár nagyobb költségeit kiegyenlítik, vagy legalábbis a különbözetet jelentősen csökkentik a blokkanódos kádak kisebb létesítési költségei.

A csarnok levegőjének és a csarnok épületből eltávozó gáz tisztítására alkalmazott berendezések költségei mindkét kádtípus esetén a megoldás megválasztásától, illetve az elérhető tisztítási foktól függnek. Ezt sok esetben a kádaktól független tényezők határozzák meg.

Az *üzemeltetési költségek* egyes tényezőinek összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a sajátosságoknak megfelelően a blokkanódás kádaknál kedvezőbben alakul a fajlagos villamosenergia, a fluorsó, és az anódszén fogyasztás, valamint a karbantartási és az üzem általános költségei; növeli az üzemeltetési költségeket a külön anódmasszagyártó üzem költségigénye.

Az összehasonlításból kitűnik, hogy bár igen jelentős a blokkanódok költsége az anódmasszához viszonyítva, a különbözetet általában ellensúlyozza a kisebb fajlagos energiafogyasztás. Végeredményben megállapítható, hogy mindkét esetben az összköltségek majdnem azonos szinten vannak.

Következtetések

A blokkanódás és a Soederberg anódás kádak műszaki és gazdasági vizsgálata alapján érzékelhető, hogy:

— az üzem létesítési költségei hol az egyik, hol a másik megoldás esetében kedvezőbbek, a kádakkal nem szorosan összefüggő tényezők hatásának megfelelően,

— az üzemeltetési költségek gyakorlatilag azonosak, az össz költségekben esetleg kimutatható különbözet nem alkalmas arra, hogy a két megoldás közüli választásban döntő szerepe legyen, mivel az általában az előzetes számítások pontossági határán belül van.

A döntést egyéb tényezők mérlegelése alapján kell meghozni, melyek esetről esetre mások lehetnek, de amelyek mindig összefüggésben vannak a termelési célkitűzés általános gazdaságossági feltételeivel. Ezek között megemlíthető

— az alapanyag ellátás lehetőségei (elsősorban szénanyagok)

— a termelendő fém minősége

— a telepítési viszonyokat figyelembe véve az atmoszféra szennyezése,

— technológiai ismeretek, illetve képzett, vagy kevésbé képzett munkaerők alkalmazása.

Ma úgylátszik, hogy ezek a tényezők — legalábbis a nyugati országokban — egyre inkább a blokkanódás kádak alkalmazása felé billentik a mérleget.

Arra a kérdésre, hogy ez a tendencia végleges-e, vagy sem, határozott választ adni mai ismereteink szerint nem lehet.

*

Rendkívül érdekes és tanulságos volt a japán *Watanabe* előadása is, mely kiemelten a függőleges tüskés Soederberg anódok néhány gyakorlati problémájával foglalkozott.

Az elektrolizáló kád működését a következő anódproblémák zavarhatják meg:

— a massza szétülepedése az anód tetején,

— a repedések és anódkinövések képződése az anód működő felületén,

— a masszafelragadása a permanens köpenyre, amelyet üregképződés követ az anódnál,

— „sovány" másodlagos anód a tüske alatt

— a szénhab képződés megnövekedése

— nagymértékű feszültségesés az anódon.

Az anód felső részén általában különböző típusú rétegek vannak a massza lágy zónájában. A tetején általában egy igen folyékony — szegregátnak nevezett — massza helyezkedik el, mely több, mint 50% szurkot és a koksz-szemcsék finom frakcióját tartalmazza. A lágy massza második rétege normál folyékonyságú és tartalmazza a koksz-szemcsék megfelelő durva frakcióját, ezért az első és a második réteg közötti határ világosan megkülönböztethető. Ez a réteg közvetlenül a félig kokszolódó zóna fölött helyezkedik el. A félig kokszolódó zóna egy rendkívül ragacsos massza, olyan mint az útépítési szurok.

A permanens köpeny közelében — különösen a sarkokban — lecsökken a massza hőmérséklete egészen a szurok lágyuláspontja közelébe, ahol a folyékonyság igen alacsony és a massza ráragadhat a burkolatra egy „hidegszegélyt" képezve. Amikor az anód a köpenyen belül lefelé mozog, a massza tapadási zónája megmaradhat a köpeny mentén. Egy üreg képződik a hidegszegély és az anód fő tömege között. Ezt általában folyékony massza tölti ki gravitációs úton.

Ezzel ellentétben ha az anódmassza szorosan hozzátapad a burkolathoz, különösen a gázégők közelében, az anód a köpenyhez „feléghet". Ez esetben az üregek általában a köpeny alsó szegélyénél képződnek, az anód lefelécsúszásának megfelelően és nincsenek tökéletesen kitöltve masszával. Az üregek az anód lefelé mozgásának következtében egyre szélesebbek lesznek, mindaddig, amíg nagymennyiségű folyékony massza nem folyik keresztül rajtuk, bele az elektrolitba.

A felragadást a köpeny aljának hőmérséklete befolyásolja. Hogy a köpeny alsó szélének hőmérsékletét a felragadás elkerülésére elég alacsony értékben tarthassuk, meg kell növelni a fürdő felületétől való távolságot min. 30 cm-re. Ennek következtében azonban meg fog nőni a massza kicsepegésének veszélye a sarkoknál.

Figyelemre méltó egy folyamatban levő kísérletük, amerikai szabadalom alapján, amikor is a permanens köpenyen belül alumíniumlemezt alkalmaznak, ennek eredményeként a permanens köpeny alsó szélének hőmérséklete kb. 22 °C-kal csökken, jó anódfelület mellett.

A gyakorlat azt bizonyítja, hogy az úgynevezett *anódkinövések* képződése a függőleges anódon a legfontosabb tényező, amely az elektrolízis üzemét zavarja. Az elektrolízisnél általában állandó pólustávolságot alkalmaznak, melyet az olvasztott elektrolit nagy ellenállása következtében az áram eloszlása az anód felületén önműködően szabályoz.

Az anód működő felületén azonban néha mérhető nagyságú kinövések képződnek, melyek elérhetik a folyékony fémet is. Az anódkinövések képződésének egyik oka a massza keresztülszivárgása a repedéseken, üregeken és a tüske lyukainak hibáin. A nagy mennyiségű szénhab is kinövéseket okozhat. Azonban az anód kinövések képződésének fő oka az anód heterogén rétegeződésében keresendő.

A kinövések az esetek nagy részében elkokszosodott kötőanyag és finomszemcsék keverékéből áll, repedésekkel körülvéve. A kinövés egyes részeinek hihetetlenül nagy, kb. 1,9 g/cm³ sűrűsége van. Ilyen nagy sűrűségű széntartalmú anyag csak lassú hevítési sebesség mellett, nagy termikus zsugorodás útján képződhet.

Gyakorlati tapasztalat, hogy az anód kinövési hibák gyakorisága csökken a lágy massza magasságának növekedtével a szegregációs réteg alatt. A rétegveszteség erősen függ a beadott massza elkészítésétől, az adagolás módjától és az anód hőmérsékleti körülményeitől.

Régebben az üzemekben a masszát a tüskék körül adagolták közvetlenül azok visszahelyezése előtt, hogy csökkentsék a tüske lyukaiba befolyó massza fluiditását. Az anódkinövés gyakorisága akkor megnövekedett.

A nagyobb kinövések gyakoriságát a következő egyenlettel határozza meg:

$$F = 0{,}2 \cdot (B - b)$$

ahol B a kötőanyag mennyisége az eredeti masszában, %

b optimális kötőanyagtartalom, %

F csúcsképződési hibák gyakorisága (db/hó, kád)

E megfontolások alapján naponta 0,5—1%-kal kisebb kötőanyagtartalmú masszát adagolnak az anód teljes felületére. Ez a változás észrevehetően kedvezően befolyásolta a massza folyékonyságát, az anódkinövés gyakoriságát és az anódmassza fogyasztást.

Széles körű kísérleteket folytattak, majd a kísérletek alapján üzemi tapasztalatokat szereztek a *tüske elrendezési arányt* illetően. Optimális aránynak az 1 : 1, 5 : 1 elrendezést ajánlják.

A *tüskeátmérő* hatását vizsgálva az elektromos és termikus jelenségekre megállapították, hogy ∅ 130 mm-es tüske helyett, ∅ 150 mm-es tüskét alkalmazva a feszültségesés 22 mV-tal kisebb, a lágymassza magassága 3 cm-rel nagyobb és a hőveszteség valamivel kisebb volt. A működés során a kádakban nem észleltek számottevő repedésnövekedést és szénporlódást a másodlagos anódnál. (Termelékenység!)

Megállapították, hogy az anódmassza fogyasztás, illetve az anódfogyás csökkentésének első lépése kétségtelenül a műveleti körülmények szabályozása volt, beleértve a masszaadagolást és a tüske elhelyezési módszert, míg a második lépés a masszakészítés optimalizálása. Függőleges tüskéjű, 100 kA-es elektrolizáló cellákban az átlagos anódmassza fogyasztás 530 kg/t érték alá csökkent.

Megállapították továbbá azt is, hogy az anódproblémák megelőzésére szolgáló mérések elsősorban a massza folyékonyságának szabályozásán alapulnak, az anód felső felületén. Ezt a massza minőségének, az anód konstrukciójának és a kád működésének számos tényezője befolyásolja.

*

Véleményünk szerint az előzőekben tárgyalt tudományos eredmények és értékelések a hazai alumíniumkohászati szakemberek számára tanulságosak és támpontot nyújtanak a további fejlesztésekhez és a megfelelő döntések előkészítéséhez.

A rétegződési hibák hatása a fémek tulajdonságaira

Dr. BÁRCZY PÁL okl. kohómérnök — Dr. TRANTA FERENC okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémtani Tanszék, Miskolc

DK: 669.14.018.84: 548.313.4: 621.7.011

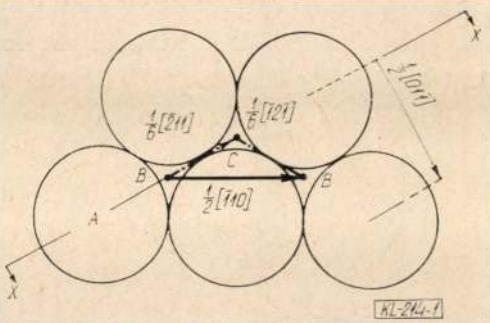
A rétegződési hibák a fémekben diszlokáció-mozgással lejátszódó folyamatokat: a keményedést a ridegedést, az alakítási textúra kialakulását, a kúszást, a megújulást jelentősen befolyásolják. A rétegződési hiba felületi energiája (γ) az az anyagjellemző, amely a keresztcsúszások jellegének meghatározásán kívül az f.k.k. és a hexagonális fázisok stabilitását is meghatározza, s így a koherens kiválási folyamatokra is hat.

Bevezetés, célkitűzés

A fémkristályok jellemző tulajdonságait döntően befolyásolják a bennük található rácshibák. A nulla és az egydimenziós hibák szerepének tisztázása mellett ma fokozott figyelem irányul a kétdimenziós, felületszerű hibák közül az úgynevezett rétegződési hibák kutatására. Ezek a hibák sok alakítási és hőkezelési folyamatban szerepet játszanak és több jelenséget kielégítően lehetett értelmezni segítségükkel [1, 2]. Dolgozatunk célja az, hogy áttekintést adjon erről a témáról. Terjedelmi okokból csak a jelenlegi ismeretek összegezésére vállalkozhattunk. A rétegződési hiba valószínűségének és energiájának meghatározási módszereiről egy következő munkában kívánunk beszámolni.

A rétegződési hiba jellemzése

A fémkristályok atomok alkotta síkok egymásra rakásával adódnak. Ezek az atomsíkok a kristályrendszerre jellemző módon következnek egymás után. Ha egy sík anomális sorrendben, hibásan épül az előzőre, úgynevezett rétegződési hibát alkot. A rétegződési hiba síkja általában a legnagyobb atomsűrűségű kristálytani sík, így a felületen középpontos kocka (f.k.k.) rácsban az (111), a térben középpontos kocka (t.k.k.) rácsban az (110) és az (112), a hexagonális rácsban a (001) sík. A legtöbb ismeretünk az f.k.k. rács rétegződési hibáit illetően van. A következőkben részletezendő tulajdonságok és törvények többsége f.k.k. rácsú fémekkel végzett kísérletek eredményeként adódtak.



1. ábra. Az [110] irányú diszlokáció szétválása az f.k.k. kristály (111) síkján

Az f.k.k. rács (111) síkjai szoros hatszöges illeszkedésűek *(1. ábra)*. Egy síkhoz a következő sík kétféleképpen csatlakozhat: az atomok a B vagy a C pontokban foglalhatnak helyet. A tökéletes f.k.k. kristály atomsíkjainak sorrendje: ABCABCABC... *(2a ábra)*.

Az anomális síksorrend kétféle lehet, ami két rétegződési hiba típust határoz meg:

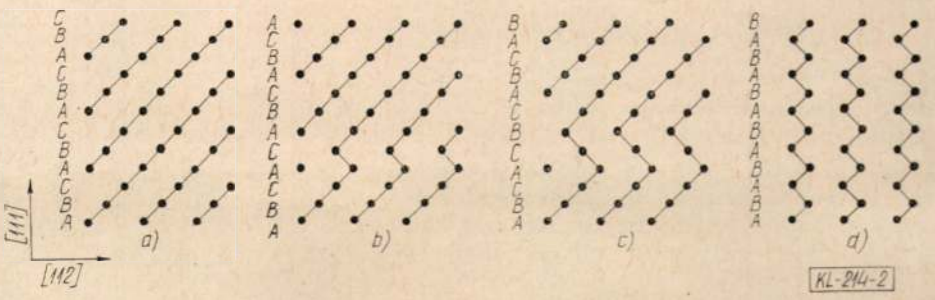
a) *I. típusú hiba (intrinsic)*. Itt a sorrend a következő: ABCA,CABC... Egy síkhelyzet (a B) hiányzik *(2b ábra)*.

b) *II. típusú hiba (extrinsic)*. A síksorrend: ABCA,C,BCABC... Egy síkhelyzet (a C) fölöslegben van, így e sík alatt is, felette is hibás a sorrend. Ez egy nagyobb energiájú dupla hiba *(2c ábra)*

Az 1. ábrából kitűnik, hogy például egy B helyzetű atom $\frac{1}{2}[\bar{1}10]$ irányú elmozdulása nehezebb, mint az $\frac{1}{6}[\bar{2}11]$ irányú mozgás. Ez utóbbi elmozdulás során viszont az atom B-ből C-be kerül, azaz hibás illeszkedés következik be. Vagyis a síkon való elcsúszás rétegződési hiba keletkezésével jár. Hasonlóképp belátható, hogy egy (111) síkban fekvő diszlokáció szoros környezetében (mivel a diszlokáció alatt nagyobb, felette kisebb az atomsűrűség) is újfajta atomkapcsolódások — s egy bizonyos felületen hibás illeszkedésű sík, azaz rétegződési hiba jön létre.

A rétegződési hibát ilyenkor (nem rácsvektor csúszásvektorú) részdiszlokációk határolják. Vagyis a diszlokáció tulajdonképpen „kiterjedt" egy (111) síkban fekvő felületre. A „kiterjedés" szélessége (d) nyilván attól függ, hogy a keletkezett hibás illeszkedésű felület fajlagos energiája, az úgynevezett rétegződési hiba energia (γ) mekkora. Ha ez nagy (100... 200 erg/cm²), akkor keskeny (1... 5 Å), ha kicsi (5 ... 30 erg/cm²), akkor széles (10 ... 50 Å) rétegződési hibák keletkeznek. Az erre érvényes összefüggés a következő [3, 4]:

$$d = K\frac{Ga_0^2}{2\pi\gamma} \qquad (1)$$



2. ábra. Az atomok elhelyezkedése az 1. ábrán bejelölt X—X síkon. Az {111} síkok élben látszanak
a) Hibátlan f. k. k. rács. *b)* I. típusú rétegződési hiba f.k.k. rácsban. *c)* II. típusú rétegződési hiba f.k.k. rácsban. *d)* Hibátlan fexagonális rács

ahol K a kristályanizotrópiától függő konstans,
a_0 a rácsparaméter
G a nyíró modulus.

Nem nehéz belátni, hogy ha a kristályban egy [111] irány mentén viszgálódunk, a metszett, egymás után következő (11) síkok közül annál több lesz hibás illeszkedésű, minél több bomlásra képes (kiterjedt) diszlokáció van az anyagban, s minél nagyobb a kiterjedés szélessége (d). Vagyis

$$\alpha = \varrho\, d a_0 / \sqrt{3} \qquad (2)$$

ahol α a rétegződési hiba valószínűsége,
ϱ a diszlokációsűrűség.

Az (1), illetve (2) egyenletek összevetéséből

$$\gamma = \frac{G a_0^3 K \cdot \varrho}{2\pi\sqrt{3} \cdot \alpha} \qquad (3)$$

adódik [5, 6]. Eszerint a rétegződési hiba energia értéke adott diszlokációsűrűség esetén a hiba valószínűségét meghatározza. Így a rétegződési hibák szélességét és mennyiségét, azaz szerepét is a γ értéke szabja meg. Az *1. táblázat*ban foglaltuk össze a különböző színfémek hiba energiáinak az értékeit.

1. táblázat

f.k.k.		t.k.k.		Hexagonális	
elem	erg/cm²	elem	erg/cm²	elem	erg/cm²
Ag	20	α-Fe	150	Zn	250—300
Au	45—50	Cr	300	Mg	200
Cu	55	Mo	300	CO	30
Ni	200—250	W	300	Ti	200
Pt	75	Ta	120	Zr	220
Al	250—300	Nb	80		
Pb	30	V	100		
γ-Fe	75 (1100 °C-on)				
Pd	130				
Ir	190				
Ce	5				
Yb	10				
Th	70				
Rh	330				

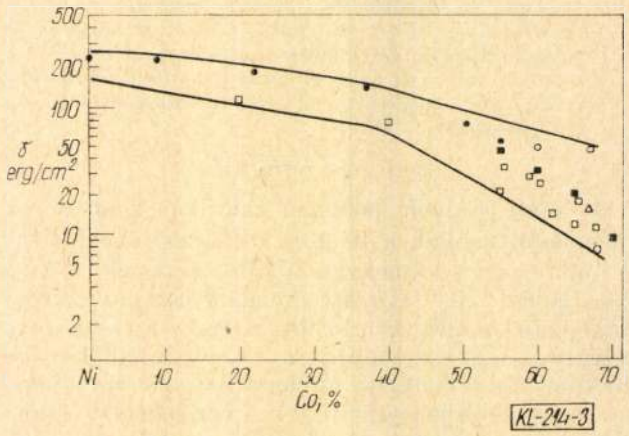
A táblázat adatai a különböző jellegű mérések eredményeinek kritikai értékeléséből adódtak. Ahol többféle mérés volt végezhető (f.k.k. fémek), ott megbízhatóbbak az adatok (±20%). A t.k.k. és hexagonális rácsú fémeknél csak az egykristály τ_0 feszültségének (a már maradó alakváltozást is létrehozó csúsztató feszültség) a hőmérséklettől és az alakítási sebességtől való függéséből becsülhető a γ, így ezeknek az értékeknek a megbízhatósága kisebb (±40%).

A továbbiakban megvizsgáljuk, hogy a színfémek rétegződési hiba energiáját az oldódó ötvözők, a hőmérséklet és a nyomás hogyan befolyásolják.

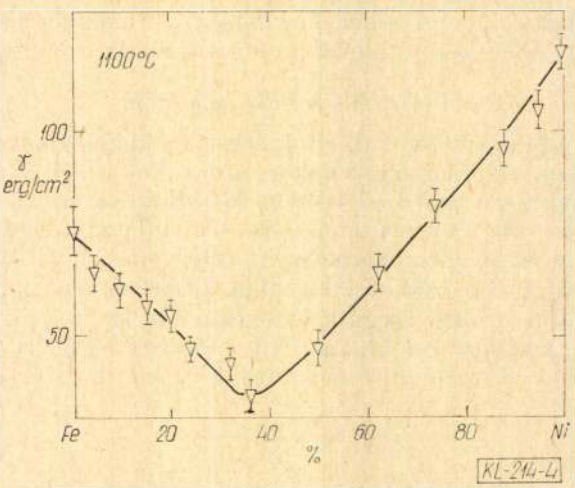
Az oldódó ötvözők hatása

Sok kutatás eredményeként [7] ma már ismert, hogy a szubsztitucióson oldódó ötvözők általában csökkentik a γ-t. A *3. és 4. ábrán* a Ni-Co [7] és a γ Fe-Ni [8] ötvözetek adatait foglaltuk össze. Még jelentősebb az a felismerés, hogy azonos elektronkoncentráció-növekedés azonosan csökkenti γ-t, attól függetlenül, hogy milyen fémmel történt az ötvözés. Az *5. ábrán* az ezüst négyféle [7], a *6. ábrán* a réz hétféle elemmel [7] való ötvözetének adatai vannak összegezve — az egy atomra jutó elektronmennyiség függvényében.

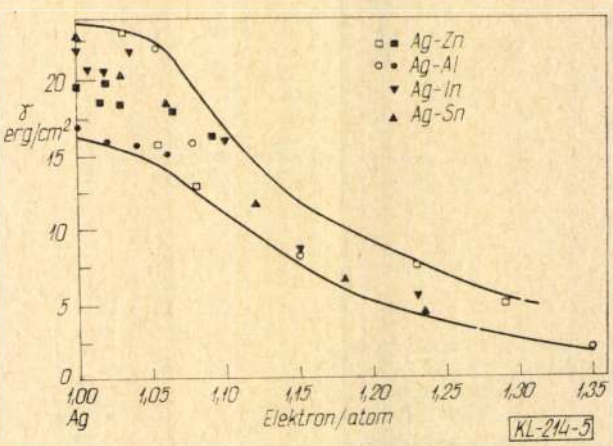
Az elektronkoncentráció csökkenés — ezüst esetében — a rétegződési hiba energia növekedését okozza. Ilyen hatása van a Ni és a Mn ötvözésnek is saválló acél esetében *(7—8. ábra)*. A 8. ábra



3. ábra. A Co ötvözés hatása a Ni rétegződési hiba energiájára

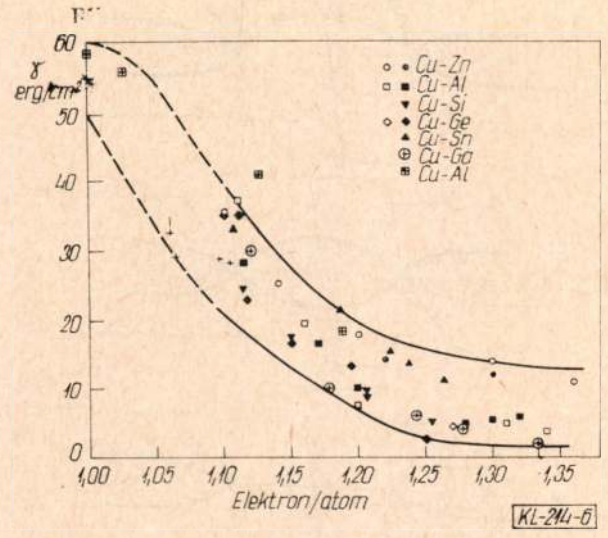


4. ábra. A Ni ötvözés hatása a γ-Fe rétegződési hiba energiájára 1100 °C-on

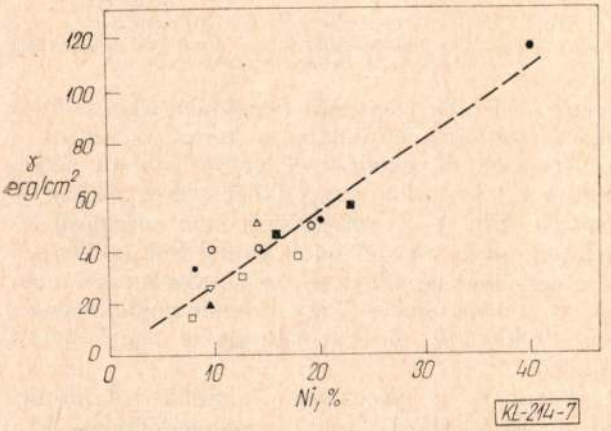


5. ábra. Ezüstötvözetek rétegződési hiba energiája az elektronkoncentráció függvényében

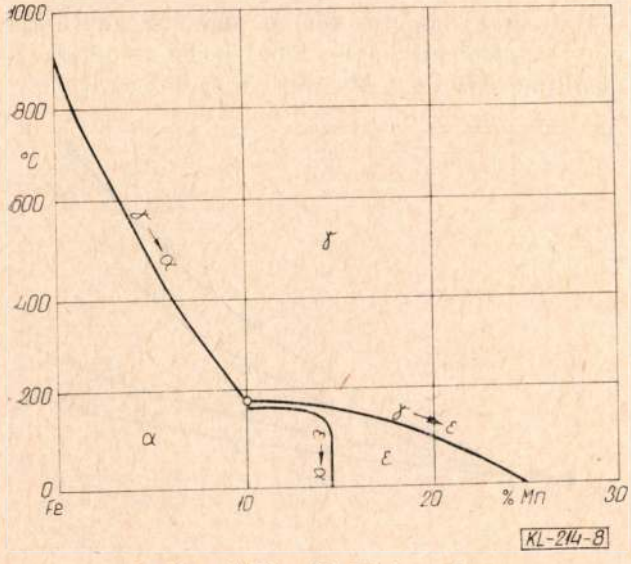
szerint a Mn-tartalom növekedése az austenit (γ-fázis) stabilitását, vagyis a rétegződési hiba energiáját növeli [9].



6. ábra. Rézötvözetek rétegződési hiba energiája az elektronkoncentráció függvényében



7. ábra. A nikkelötvözés hatása a ~ 18% Cr-tartalmú austenites saválló acél rétegződési hiba energiájára

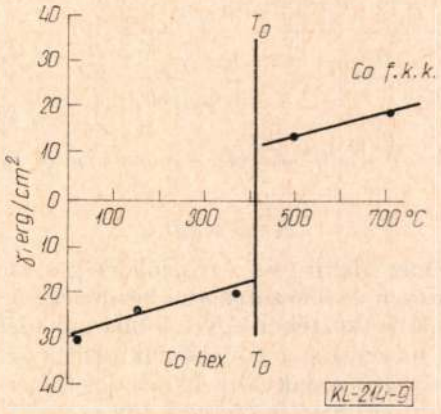


8. ábra. A Fe—Mn binér rendszer gyors hűtéssel felvett fázisdiagramja

A hőmérséklet hatása

A legalaposabban a kobaltnál vizsgálták a hőmérsékletfüggését. 700 °C-nál az f.k.k. rácsban a γ mintegy 22 erg/cm² és a hőmérséklet csökkenésével csökken. Ez azt jelenti, hogy egyre szélesebbek a hibák és a valószínűségük is nő. 417 °C-on az anyag „csak hibákból fog állni", azaz bekövetkezik az f.k.k. → hexagonális allotróp átalalkulás.

A hexagonális rács ABABAB síksorrendjét (2d. ábra) szintén rétegződési hibák zavarják meg: pl. ABABCABAB. A hibák szélessége és száma a hőmérséklet csökkenésével csökkenni, a hiba energia pedig növekedni fog *(9. ábra)* [7]. Ezek szerint a Co f.k.k. hexagonális átalakulását egyedül a hiba energia változásával is magyarázhatjuk. A magyarázatot az átalakulási kinetika is igazolja: ez az átalakulás mindig martensites, a határok mindig koherensek, tehát valóban csak síksorrend változások zajlanak le.



9. ábra. Co rétegződési hiba energiája a hőmérséklet függvényében

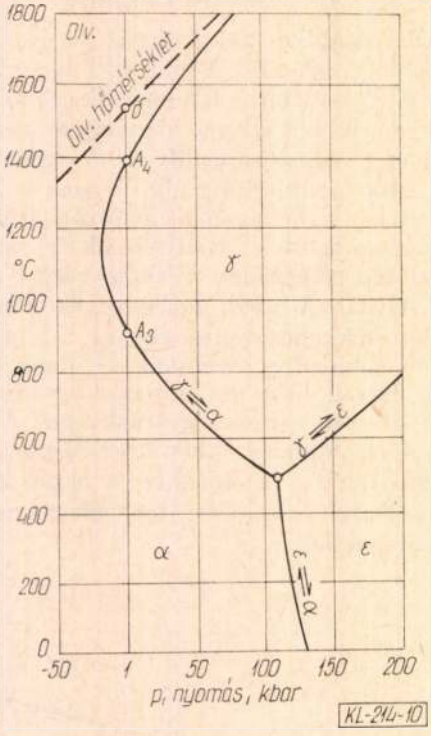
Az ezüsttel és rézzel végzett mérések azt mutatják, hogy d a hőmérséklettől nem függ. Az (1) egyenlet szerint ez azt jelenti, hogy a γ a G-vel azonos mértékben csökken hőmérsékletnövekedés hatására.

A nyomás hatása

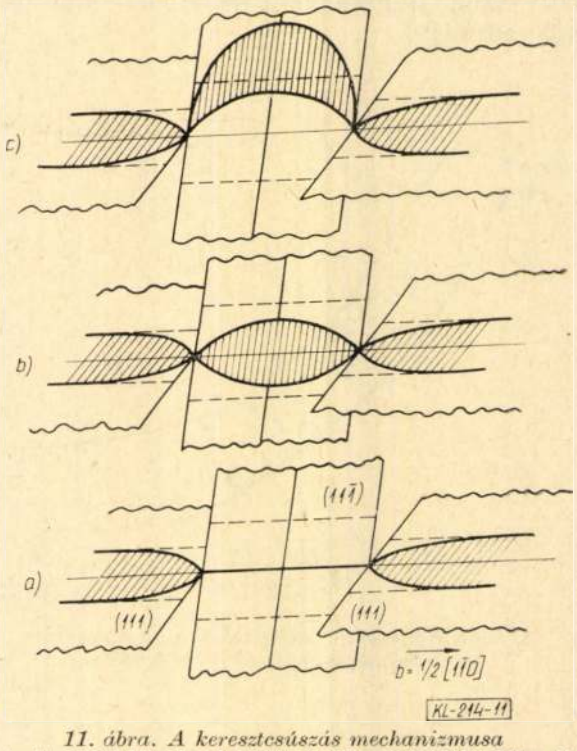
A nyomás növekedése a hiba energiát, γ-t csökkenti, a hibák mennyiségét növeli. Erre utal a *10. ábra* [10], ahol a vas fázisdiagramját láthatjuk. Mivel a $\gamma = \varepsilon$ vonal nagyobb nyomásnál nagyobb hőmérsékleten fekszik, egy adott hőmérsékleten a nyomás növekedése (például 600 °C-on, ha p tart a 150 kbar felé) a hibák számának növekedését okozza, egészen addig, míg az „abszolút hibás", vagyis a hexagonális rácsú ε-fázis lesz a stabil.

A rétegződési hibák szerepe

A rétegződési hibák a fémek, ötvözetek alapvető — elsősorban a diszlokációk mozgásával kapcsolatos — tulajdonságait igen jelentősen befolyásolják. Emiatt a gyakorlati felhasználás szempontjából leglényegesebb minőségi jellemzők befolyásolása is lehetséges az ismeretek célszerű alkalmazásával. A továbbiakban sorra vesszük azokat a folyamatokat, ahol a rétegződési hiba energia nagysága döntő jelentőségű.



10. ábra. A vas hőmérséklet—nyomás fázisdiagramja



11. ábra. A keresztcsúszás mechanizmusa
a) A rétegződési hiba összehúzódik. *b)* Egy másik (111) síkban újra kiterjed. *c)* Az új csúszósíkban tovább mozog

Keményedés

Ha fémet alakítunk, a diszlokációk a csúszósíkban mozogni és sokszorozódni kezdenek. A sokszorozódás következtében egyre jobban akadályozzák egymás mozgását, a továbbalakításhoz szükséges feszültség nő, az alakváltozóképesség kimerül. Ez a jelenség annál kevésbé következik be, minél könynyebben vehetnek fel a mozgó diszlokációk *új* csúszósíkot. Az új csúszósíkra jutás az úgynevezett keresztcsúszás mechanizmusával következik be.

A kiterjedt diszlokáció a csúszósíkban is nehezen mozog, keresztcsúszása pedig különösen nehézkes. Ahhoz ugyanis, hogy egy kiterjedt diszlokáció új csúszósíkra jusson, össze kell húzódnia *(11. ábra)*. Ez az összehúzódás nyilván annál nehezebb, minél szélesebb a szétválás, azaz minél kisebb γ. Az összehúzódás termikusan aktivált folyamat — a hőmérséklettől függő sebességgel következik be. Az f.k.k. rácsú fémek alakításához szükséges feszültség emiatt is függ az alakítás hőmérsékletétől és sebességétől. Ha a valódi feszültség (σ) változását az alakváltozás (ε) hatására az [11]

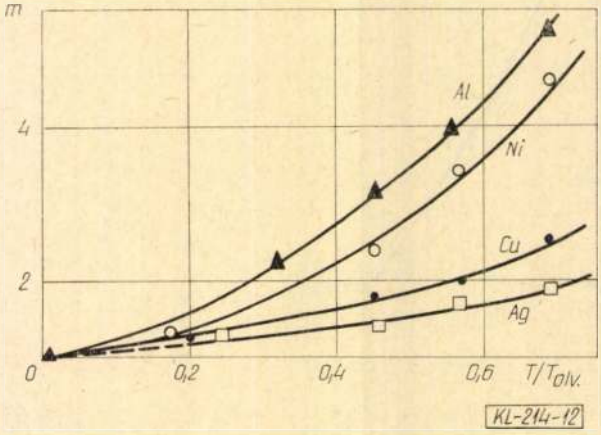
$$\varepsilon = B \cdot \sigma^m \qquad (4)$$

alakban írjuk (ez elfogadott leírási mód), ahol B konstans, akkor m értéke jellemzi a keményedőképességet. Minél nagyobb m, a keményedőképesség annál kisebb. Ha keresztcsúszás nem jöhet létre, akkor $m=1$, a keményedőképesség maximális. $T=0$ K°-nál ez az eset áll fenn az összes f.k.k. fémnél. Nagyobb hőmérsékleten a keresztcsúszások szerepe, s így m is nagyobb. A *12. ábrán* az alakítás homológ hőmérsékletének függvényében ábrázoltuk m-et. A *13. ábra* világosan mutatja, hogy a 12. ábra függvényeinek kezdeti iránytangense a rétegződési hiba energiájától függ [11]. Vagyis a nagy rétegződési hiba energiájú fémekben, ahol a diszlokáció-szétválás minimális, a keresztcsúszások a hőmérséklet növekedésével egyre jobban létrejöhetnek, s így a keményedőképesség egyre kisebb lesz (Al, Ni). A kis rétegződési hiba energiájú fémekben, ahol a diszlokációk kiterjedtek (szélesek), a hőmérséklet növekedése csak kevéssé teszi lehetővé a keresztcsúszást, így a keményedőképesség nem csökken le, hanem viszonylag nagy marad (Ag, Cu).

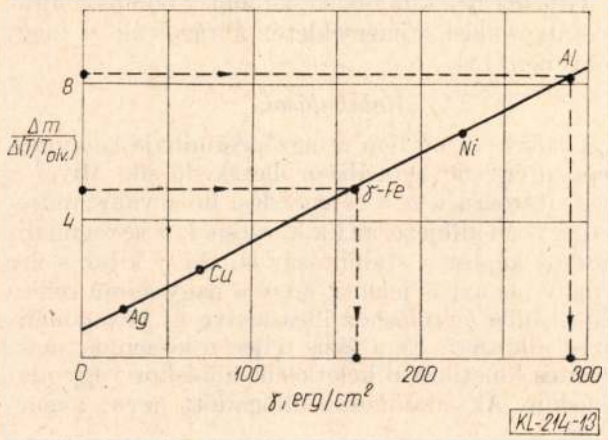
Ugyancsak a rétegződési hibának tulajdonítható, hogy a szilárd oldatok keményedőképessége a színfémeknél általában nagyobb (γ sz. oldat $< \gamma$ színfém).

Alakítási textúra

Ismeretes, hogy a fémek alakítási textúrája mind a hőmérséklettől, mind pedgi az ötvözők mennyiségétől függ. Ma már elfogadott az is, hogy



12. ábra. A (4) egyenlet m értéke színfémeknél a homológ hőmérséklet függvényében



13. ábra. A 12. ábra függvényeinek kezdeti iránytangensei a fém rétegződési hiba energiájának függvényében

mindkét befolyásoló tényező a keresztcsúszást létrejövésének feltételeit változtatja meg. A keresztcsúszások könnyű vagy nehéz volta pedig meghatározza az alakváltozás jellegét [12]. Az előzőekben leírtak miatt mind az alakítási hőmérséklet csökkenése, mind az ötvözés (a γ csökkenése) nehezíti a keresztcsúszások keletkezését. Ilyenkor az f.k.k. rácsú fémeknél az ⟨112⟩ {110} úgynevezett sárgaréz textúra keletkezik. A keresztcsúszások elmaradása következtében ugyanis a csavardiszlokációk a csúszósíkban gyűlnek fel, s így nagy elfordulásokat hoznak létre.

A nagy rétegződési hiba energiájú fémekben, ötvözetekben ilyen textúra nem jön létre.

Az alakítási textúrának a rétegződési hiba energiától való függését legvilágosabban a réz ötvözeteinél sikerült meghatározni. A színréz ⟨111⟩ {112} alakítási textúrája a Cu-Zn, Cu-Sn, Cu-Ad, Cu-Ge ötvözetrendszerekben olyan összetételnél váltott át a ⟨112⟩ {110} textúrára, amelynél $\gamma \approx 39$ erg/cm² érték alá csökkent [7]. A γ lecsökkenése ugyanis széles rétegződési hibákat okoz, ezek pedig a keresztcsúszást annyira megnehezítik, hogy kevesebb csúszási rendszer működhet, ami nagyobb elfordulásokkal jár.

Ridegség

A ridegség fogalmát a továbbiakban az alakíthatóság ellentettjeként kívánjuk értelmezni. Ilyen értelmezésben a törésig (szakadásig) kisebb alakváltozásra képes anyagot ridegebbnek nevezzük, ridegnek pedig az alakváltozásra egyáltalán nem képes anyagot.

Az f.k.k. rácsú anyagok soha nem lehetnek teljesen ridegek (az intersztíciós ötvözők számára megfelelő hely van a rácsban, így azok nem a diszlokációkban helyezkedne el). Alakváltozóképességük azonban az ötvözőfémtartalomtól erősen függ. Cu-Zn és Ni-Co ötvözetsorokban végzett vizsgálatok [13] egyértelműen azt igazolták, hogy az alakváltozóképesség jellemzésére használt koncentráció a rétegződési hiba energia csökkenésével arányosan csökken. A törési felület jellege is egyre kevésbé szívós, a 60% Co-tartalmú Ni-ötvözetnél (γ=1 ... 2 erg/cm²) pedig kifejezetten rideg (a húzás irányával 45°-os szöget bezáró törési sík). A magyarázat: γ kis értéke miatt a diszlokációk annyira kiterjedtek, hogy nemhogy keresztcsúszásra, de csúszósíkjukban való mozgásra is alig képesek.

A t.k.k. rácsú fémeknél megfigyelhető egy átmeneti hőmérséklet, melynél a szívós törést alakváltozás nélküli rideg törés váltja fel. A rideg törés az intersztíciósan oldott ötvözőkkel van kapcsolatban; a szennyező atomok a hőmérséklet csökkenésével egyre jobban blokkolják, vagyis mozgásképtelenné teszik a diszlokációkat. A diszlokációk körül felhalmozódott atomok koncentrációja a

$$C = C_0 \exp(A/RT) \qquad (5)$$

képlettel írható le, ahol C_0 az intersztíciós atomok közepes koncentrációja a szilárd oldatban. A pedig a diszlokációk és atomok közötti kölcsönhatást kifejező energia.

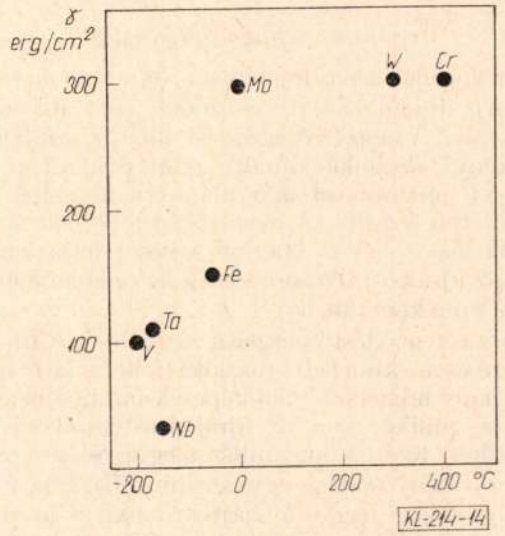
Az átmeneti hőmérséklet csökkentésére az (5) képlet szerint három lehetőség kínálkozik:

1. Az intersztíciósan oldott ötvöző mennyiségének csökkentése, ami nagyon költséges és nem is mindig eléggé célravezető módszer.
2. A diszlokációszám növelése az átmeneti hőmérséklet feletti hőmérsékleten végzett plasztikus deformációval.
3. Az A energia csökkentése.

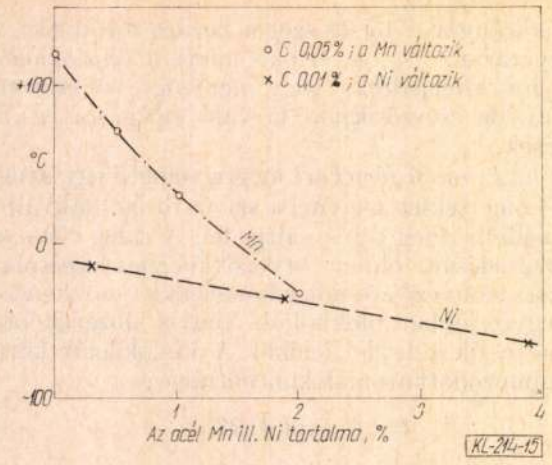
Valószínűnek látszik, hogy a kölcsönhatást kifejező energia szoros kapcsolatban van a rétegződési hiba energiával. Minél kisebb valamely fém vagy szilárd oldat rétegződési hiba energiája, annál kisebb a kölcsönhatás a diszlokációk és az intersztíciós atomok között és ezért az átmeneti hőmérséklet is kicsi *(14. ábra)*.

A viszonylag nagy rétegződési hiba energiájú és ezért nagy hőmérsékleten rideggé váló molibdén rétegződési hiba energiája csökkenthető a szubsztitúciósan oldódó Re-mal, ezáltal az átmeneti hőmérséklet is csökkenthető.

Valószínűleg hasonló okra vezethető vissza a lágyacéloknál a Ni és Mn ötvözésnek az a kedvező



14. ábra. Különböző t.k.k. rácsú színfémek átmeneti hőmérséklete a rétegződési hiba energiájának függvényében



15. ábra. A Mn, illetve a Ni ötvözésének hatása az átmeneti hőmérsékletre

hatása, hogy a ferrit ridegedését csökkenti *(15. ábra)*.

Kúszás, relaxóció

Mivel a kiterjedt diszlokációk lassan mozognak, a kersztcsúszás nehézkes, a kis rétegződési hiba energiájú fémek, ötvözetek kúszása és relaxációja is lassú. A viszonyokat az f.k.k. fémekre az

$$\dot{\varepsilon} = A\gamma^n \left(\frac{\sigma}{E}\right)^k \qquad (6)$$

egyenlet írja le [11]. Az egyenletben E a rugalmassági modulus, n, A és k pedig konstansok. n értéke 2, 3 ... 3, 5 közötti szám. Ebből adódik, hogy például az ezüst ($\gamma \approx 20$ erg/cm^2) kúszási sebessége az alumíniumhoz képest ($\gamma \approx 200$ erg/cm^2) kb. ezerszer kisebb [13].

A gyakorlatban a kiterjedt diszlokációk mozgását még diszperz kiválásokkal is akadályozni szokták. E vonatkozásban az olyan kiválások a hatásosak, amelyeknek a felületi energiája (az alapmátrix—idegen fázis határon) kicsi.

Összességében: kúszásálló az az anyag, ahol mind a rétegződési hiba, mind a második fázis felületi energiája kicsi.

Megújulás, újrakristályosodás

A megújulás tulajdonképpen termikus hatásra létrejövő diszlokáció-átrendeződés, azaz diszlokációmozgás. A *nagy* rétegződési hibájú színfémek („keskeny" diszlokációjúak), mint például az Al vagy Ni, megújulása már alacsony homológ hőmérsékleten lezajlik. A megújulási folyamat során az alakítással bevitt energia jórésze felszabadul. Ezért az újrakristályosodás csak *nagy* homológ hőmérsékleten következik be.

A *kis* rétegződési energiájú színfémek (Cu, Au, Ag) szélesen kiterjedt diszlokációik miatt csak olyan nagy hőmérsékleten képesek minimális megújulásra, amikor már az újrakristályosodás is lejátszódhat. Ezért a megújulás megfigyelése nehéz, az újrakristályosodásé egyszerűbb. Mivel az újrakristályosodást nagyobb hajtóerő hajtja (a megújulás gyakorlatilag elmarad, legfeljebb újrakristályosodási csírákat hozhat létre), alacsonyabb homológ hőmérsékleten is végbemehet.

A *16. ábrán* a különböző színfémek homológ újrakristályosodási hőmérsékletét ábrázoltuk γ függvényében [14].

Átalakulások

Az f.k.k. rácsú fém rétegződési hibája tulajdonképpen egy hexagonálisan illeszkedő sík. Mivel γ meghatározza α-t, a rétegződési hiba valószínűségét, egyben kifejezi az f.k.k. rácsnak a hexagonális rácshoz képest a stabilitását is. Ha γ kicsi, s így α nagy, az azt is jelenti, hogy a nagyszámú rétegződési hiba egymáshoz illeszkedve új hexagonális fázist alkothat. Ez a fázis teljesen koherens, martensites kinetikával keletkezik hűtéskor vagy alakításkor. Az általánosan elfogadott neve: ε-martensit.

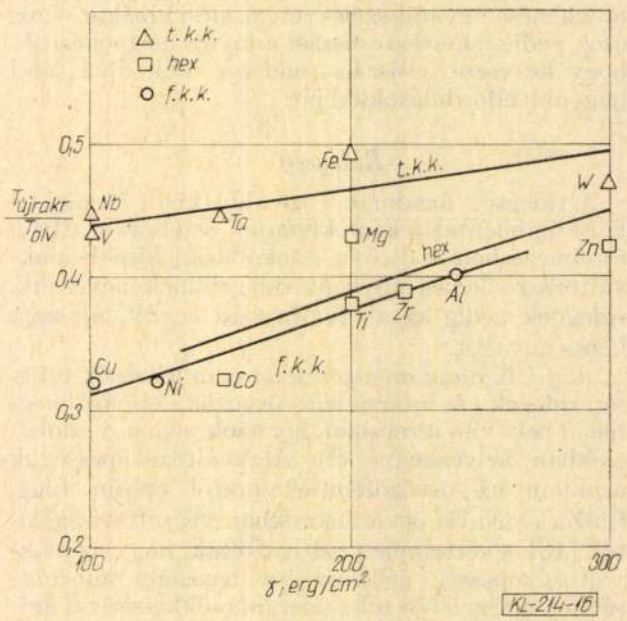
Különös jelentősége van a rétegződési hibák felszaporodásával keletkező ε-martensitnek az austenites acéloknál. A mangánnal ötvözött austenites acélban hűtéskor keletkező ε-martensit stabil fázis, a szövetben maradva nagymértékben rontja az alakíthatóságot.

A Cr-Ni-es saválló acélnál szobahőmérsékleten való alakításnál keletkezik az ε-martensit. Ebben az ötvözetben azonban többnyire további $\varepsilon \rightarrow \alpha$ átalakulás is történik, azaz az ε-fázis csak átmeneti jellegűnek tekinthető (megjegyzendő, hogy az ε-martensit nem ferromágneses).

Hasonlóképpen értelmezhető a hexagonális fém rétegződési hiba energiája is: minél kisebb az értéke annál több f.k.k.-ra jellemző síksorrenddel jár. Ha γ egészen zérusig csökken hevítés közben, akkor a hexagonális rács többé már nem stabil: az f.k.k. rács lesz jellemző a fémre. Erre az esetre a már említett Co a legjobb példa.

Kiválások

Mind a nagyobb szilárdság, mind a kuszásállóság szempontjából előnyös, ha a fém finom eloszlású koherens kiválásokat tartalmaz. A koherencia ak-



16. ábra. Színfémek homológ újrakristályosodási hőmérsékletei a rétegződési hiba energia függvényében

kor valósulhat meg, ha a kiválás rácstípusa megegyezik az alapfémével. Ekkor a keletkezett felület energiája igen kicsi. (Tulajdonképpen nincs is felület, csak torzult rácsú ötvözőfémben dús zónák.)

Ilyen kiválások jönnek létre a maraging és a saválló acélokban [8], valamint a különböző hőálló nikkel ötvözetekben [15]. Ezek a kiválások (zónák) tulajdonképpen rendezett rácsú intermetallikus fázisok (Ni_3Ti, Ni_3Al, $Ni_3(AlTi)$, Fe_2Ti, Fe_2Nb), vagy komplex karbidok ($M_{23}C_6$). A kiválási folyamat során kétféle kölcsönhatás lehetséges a kiválás és a rétegződési hibák között.

a) Az intermetallikus fázisok jellemzően a rétegződési hibán keletkeznek.

b) Az austenitből kiváló $M_{23}C_6$ karbid képződését rétegződési hibák képződése kíséri.

Összegezésképp: a koherens kiválások általában rétegződési hibákkal együtt fordulnak elő. A rétegződési hiba vagy már a kiválás előtt jelen volt és így mintegy oka a kiválásnak, vagy pedig a kiválás során keletkezett (a kiválás környékén és magában a kiválásban is), így annak következménye. Az ilyen kis felületi energiájú kiválás termikus hatásoknak kitűnően ellenáll, s így jó kúszásállóságot biztosít.

Összefoglalás

A rétegződési hibák a fémekben diszlokációmozgással lejátszódó folyamatokat: a keményedést, a ridegedést, az alakítási textúra kialakulását, a kúszást, a megújulást jelentősen befolyásolják. A rétegződési hiba felületi energiája (γ) az az anyagjellemző, amely a keresztcsúszások jellegének meghatározásán kívül az f.k.k. és a hexagonális fázisok stabilitását is meghatározza, s így a koherens kiválási folyamatokra is hat.

IRODALOM

[1] *Káldor M.:* A fémtan kristálytani és termodinamikai alapja. Miskolc, NME, 1971
[2] *Kovács I., Zsoldos L.:* Diszlokációk és képlékeny alakváltozás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965
[3] *Cottrell, A. H.:* Dislocation and Plastic Flow in Crystals. Oxford University Press, London, 1958
[4] *Jossang, T., Hirth, J. P., Hartley, C. S.:* J. Appl. Phys., *36* (1956) 2400
[5] *Smalmann, R. E., Westmacott, K. H.:* Phil. Mag., 2 (1957) 669
[6] *Adler, R. P. J., Otte, H. M., Wagner, C. N. J.:* Met. Trans. *1* (1970) 2375
[7] *Gallagher, P. C. J.:* Met. Trans., 1 (1970) 2429
[8] *Nutting, J.:* J.I.St.I., *207* (1969) 872
[9] *Schumann, H.:* Neue Hütte, *13* (1968) 479
[10] *Schumann, H.:* Neue Hütte, *12* (1967) 417
[11] *Kozürszki, G. Ja., Okrajnec, P. N., Pissakm V. K.* Fizika Metallov u Metallov. 30 (1970) 373
[12] *Dillamore, I. L.:* Met. Trans., *1* (1970) 2463
[13] *Pavlov, V. A., Noszkova, N. I., Kuznyecov, R. I.:* Fizika Metallov u Metallov., *24* (1967) 947
[14] *Sirokov, Ju. L., Kolotov, O. A., Szokolov, L. D.:* Izvesztija A.N. SzSzSzR. Metalli, 1971, No.4. 182
[15] *Kear, B. H., Oblak, J. M., Giamei, A. F.:* Met. Trans., *1* (1970) 2477

Műszaki és gazdasági hírek

A Financial Times közli, hogy április 28-án ül össze az alumíniumtermelő vállalatok képviselőinek értekezlete, mely a *Nemzetközi Alumínium Intézet* létrehozásáról dönt. Azt tervezik, hogy az intézet székhelye London lesz. Az értekezletet a francia Pechiney cég kezdeményezésére hívták össze, és várhatóan 30 fejlett és fejlődő kapitalista ország 30—40 vállalata képviselteti magát.

Az intézet feladata; az alumíniumipar érdekképviselete a nemzetközi szervezetekkel kötött egyezményekben, valamint tudományos, technológiai, gazdaságossági kutatások végzése, ezek eredményeinek és statisztikai adatoknak a közlése lesz.

Az intézet megszervezésénél a *Nemzetközi Vas és Acél Intézetet* tekintik mintának.

Az Előkészítő Bizottság január végén Párizsban ülésezett, melyen részt vettek az Alcoa, Alcan, Kaiser, Reynold, Alusuisse, Pechiney és 5 japán cég képviselői.
BIKI 1972. február 19.

*

A Sumitomo cég 114,2 millió $-s beruházást tervez a nyugat-ausztráliai Kimberley-i terület bauxitbányászatának és timföldtermelésének fejlesztésére.

A tervezett alumíniumipari központ 1 millió tonna/év kezdő timföldkapacitással 1975-ben lép üzembe. Létrehozásában Japán és Hollandia 6 vállalata vesz részt.
The Financial Times, 1972. február 22.

*

Japán timföldtermelése 1971-ben 1603 ezer metrikus tonna volt, 25%-kal nagyobb, mint 1970-ben.

A növekedést a *Showa Denko yokohamai* és *Denko kikumotoi* üzeme adta.

A japán termelők az alumíniumgyártásaik visszafogását a timföld termelés bővítésével kompenzálják.
Metal Bulletin, 1972. február 15.

*

Japán elsődleges alumíniumtermelése az 1972/73-as pénzügyi évben várhatóan 1,1 millió tonna lesz, azaz 16,4%-kal haladja meg a múlt évit.

Ez a mennyiség magában foglalja a japán érdekeltségű *New Zeeland Alumínium* 40 ezer tonna termelését is

Az idén 914 ezer tonnát termeltek.
The Financial Times, 1972. február 16.

L. D.

A világ színesfém termelése és felhasználása 1971. évben

A finomított réz világtermelése 1971-ben 2,1%-kal 7,41 millió tonnára csökkent az előző évhez képest. A réz világfelhasználása csekély mértékben, 0,7%-kal visszaesett 7,13 millió tonnára 1970-hez viszonyítva.

A *finomított ólom* világtermelése 3,87 millió tonna volt 1971-ben és ezzel 3,1%-kal maradt alatta az előző évinek. A felhasználás 3,83 millió tonnát mutatott és ez megfelelt 0,6%-os növekedésnek az előző évhez viszonyítva. A világ *cink* termelése 4,87 millió tonna volt 1971-ben és a 4,3%-os lemaradás 1970-hez képest az előre elhatározott termelés leállításnak volt a következménye. A termelés visszaesés kizárólag az Egyesült Államokra korlátozódott a kapitalista világban, amíg a szocialista országok vonalán enyhe gyártás növekedés állt elő. Ellentétes a helyzet a világ cink felhasználásánál, mert az a tőkés világban emelkedett és a szocialistánál viszont visszaesett a termeléshez viszonyítva. Az együttes felhasználás kitett 4,94 millió tonnát 1971-ben.

*

A *Szovjetunió* kohóalumíniumtermelése (gyártás 1970. évben 1,75 millió tonna) a következő 5 éves tervben 50—60%-kal melkedik. 400 000—500 000 t/év teljesítményű alumíniumkombinátot létesítenek Közép-Szibériában és a francia *Péchiney* vállalat is résztvesz ezek kiépítésében.
Metall 1972. 2. sz. 188. o.

*

A *romániai slatinai* alumíniumkohó megkétszerezi jelenlegi 100 000 tonnás teljesítményét 200 000 t/év-re 1975-ig a most beindult 5 éves terv időszakában.
Metall 1972. 2. sz. 193. o.

K. J.

Fémkohászattani Tanszék közleményei

Az alábbiakban a múltévi diplomavédésen *jelesre minősített* diploma feladatok ismertetőit közöljük.

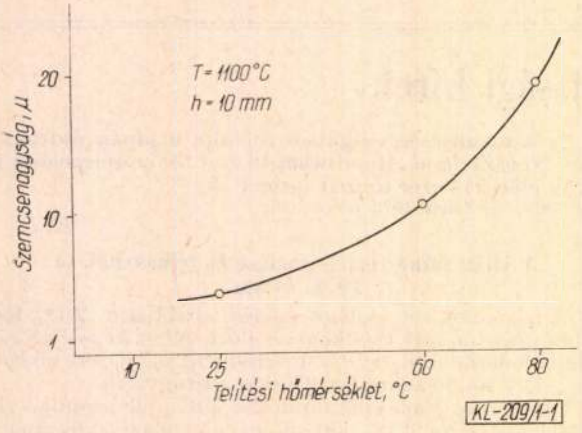
Borsodi Ágnes

diplomatervező feladata
Üzemi konzulens: *Dr. Neugebauer Jenő* laborvezető

Egyetemi konzulens: *Dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora
Bíráló: *Dr. Várhegyi Győző* igazgatóhelyettes, a műszaki tudományok doktora
Az ismertetőt összeállította: *Borsodi Ágnes* okl. kohómérnök

A diplomatervező első része az irodalom alapján a *wolframoxid hidrogénnel való redukciójának* a munkamódját, az előállítható wolframpor szemnagyságát befolyásoló tényezők hatását ismerteti és azt állapítja meg, hogy ez a szemnagyság elsősorban a hőmérséklettel, a kiinduló anyag szemnagyságával és a gázfázisban levő vízgőz mennyiségével szabályozható.

A feladat második része azokat a kísérleteket ismerteti, amelyeket a diplomatervet készítő az *Egyesült Izzóban* azzal a céllal végzett, hogy 15 μ szemnagyságú *wolframport állítson elő*. A kísérleteknél az előző irodalmi összefoglalással összhangban azt állapította meg, hogy a wolframpor szemnagyságát a hőmérékletnek, a kiinduló anyag szemnagyságának és a redukálásra használt hidrogén vízgőztartalmának a növelésével lehet növelni. A különféle körülmények között végzett redukciós kísérletek jellemző adatait és a kapott wolframpor átlagos szemnagyságát az *1. táblázat* tartalmazza. Ennek a felhasználásával készült az *1. ábra*, amely az 1100 °C-on



1. ábra. A H_2-gáz vízgőzzel való telítési hőmérsékletének hatása a szemnagyságra. $T = 1100$ °C, $h = 10$ mm

10 mm vastagságban elhelyezkedő wolframoxidból hidrogénnel redukált wolframpor szemnagyságának a hidrogén vízgőzzel való telítési hőmérsékletével való változását mutatja. A táblázatból és az ábrából, valamint a többi, itt nem részletezett kísérletből az állapítható meg, hogy 80 °C-on vízgőzzel telített hidrogén segítségével biztonsággal és reprodukálhatóan lehet 15—20 μ átlagos szemnagyságú wolframport előállítani.

A feladatban az előzőleg említetteken kívül szó van még a fémporok mikroszkópos és mikroszondás vizsgálatáról és a diplomatervező azokat a termomérlegen végzett kísérleteket is tartalmazza, amelyeknek a segítségével a vízgőz jelenlétében végzett redukció mechanizmusát lehetett megállapítani.

A mikroszondás vizsgálatok azt mutatták, hogy a vas a wolframporok felületén helyezkedik el, a molibdén pedig nem dúsult a próbákban, jóllehet, az egyes kísérleteknél a wolframoxidot molibdéncsónakba helyezve redukálta.

A diplomatervező harmadik részében a MÜFI-ben levő *Mettler* termoanalizátoron tiszta WO_3-at redukált száraz hidrogénnel és az így adódó felvételekből a wolframoxid hidrogénnel való redukciójának aktiválási

1. táblázat

A redukció eredményeinek összefoglalása

A redukció hőmérséklete, °C	A vízgőztelítés hőmérséklete, °C	Rétegvastagság, mm		Az előállított wolframfémpor szemcsenagysága, (átlagos) μ
1000	25	10		4,4
	60	5		5,1
		10		4,9
		15		9,9
		20	felső 3 mm	6,5
			alsó 3 mm	6,2
1100	25	10		4,5
	60	5		13,5
		10		10,5
		15	felső 3 mm	15,4
			alsó 3 mm	8,4
		20	felső 3 mm	6,4
			alsó 3 mm	7,4
	80	5		17,6
		10		19,3
		15		18,5
		20	felső 3 mm	17,6
			alsó 3 mm	18,0

energiáját és a reakció rendűségét az alábbi összefüggés alapján számolta:

$$\frac{\lg \dfrac{\left(-\dfrac{\Delta g}{\Delta t}\right)_{T_i}}{\left(-\dfrac{\Delta g}{\Delta t}\right)_{T_{i-1}}}}{\lg\left(\dfrac{g_i}{g_{i-1}}\right)} = -E\,\frac{0{,}218\left(\dfrac{1}{T_i}-\dfrac{1}{T_{i-1}}\right)}{\lg\left(\dfrac{g_i}{g_{i-1}}\right)} + X$$

Az aktiválási energiát és a rendűséget külön határozta meg a β-oxid WO_2-vé és a WO_2-nek wolframmá való redukciójánál.

Harsányi Tamás

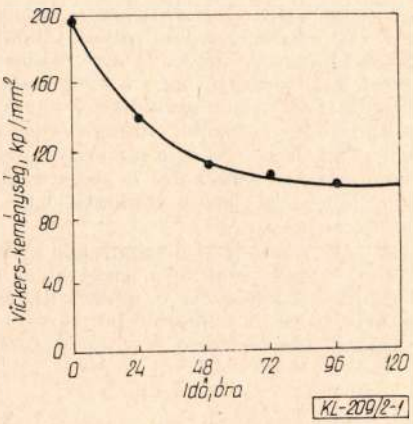
diplomatervező feladata

Konzulens: *Riedl István* egyetemi adjunktus
Bíráló: *Nagy Tibor* okl. vegyészmérnök
Az ismertetőt összeállította: *Harsányi Tamás* okl. kohómérnök

A diplomatervező feladat *három részből* állt.

Az *első részben* a jelölt — az utolsó 10 év irodalma alapján — *vasszalagon vékony tömör rézréteg előállítási lehetőségeit*, illetve az ilyen rézzel bevont acélszalag előnyeit és felhasználási területeit *tárgyalja*. Rézbevonatok előállítását cementálással, ráolvasztással, fémgőzölögtetéssel, hengerléssel és galvanizálással végzik. Nagyüzemi méretekben ezek közül a galvanizálás a legelterjedtebb, ezért ez a rész a galvanizálással történő rézbevonás irodalmát ismerteti, a legjellegzetesebb rezező elektrolitok legfontosabb tulajdonságainak összefoglalásával.

A diplomaterv *második részében* a jelölt a *Fémkohászattani Tanszéken*, a *Csepeli Fémműben* és az *Általános Géptervező Intézetben végzett kísérletek eredményeit ismerteti*. A szerző vasszalagból készült lemezekre rézgalvánbevonatot állított elő különböző minőségű és összetételű elektrolitokból. Az elektrolit összetétele mellett változtatta az elektrolit hőmérsékletét, az áramsűrűséget, valamint a rézleválasztás idejét és vizsgálta ezeknek a tényezőknek a leválasztott réz vastagságára, minőségére való hatását. A leválasztott rezet a szakítószilárdság, nyújthatóság, rétegvastagság, *Erichsen* vizsgálat, hajtogatási szám, porozitás, koercitiv erő, mikroszkopikus vizsgálatok, mikrokeménységmérés, *Hull* cella, belsőfeszültség meghatározása, röntgenvizsgálat és mikroszondás vizsgálat alapján minősítette. A különböző vizsgálatok eredményeiből a következő megállapítások vonhatók le.

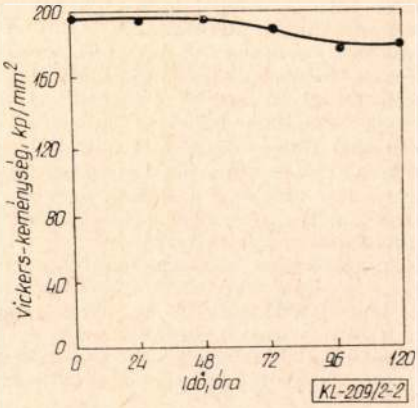


1. ábra

A szakítószilárdság, nyújthatóság és az *Erichsen* próba eredményei az elektrolit összetételének változtatásával maximumos görbe szerint változnak.

Az *1. ábra* az elektrolízis időtartamának függvényében kénsavas rézszulfát oldatból leválasztott rézrétegben a keménység változását szemlélteti. A *2. ábra* állandó összetételű cianidos elektrolitból leválasztott rézréteg keménységét mutatja az elektrolízis időtartamának függvényében. Megállapíthatjuk, hogy az elektrolízis megindulása után mért keménység csak kismértékben függ az elektrolit minőségétől. Kb. 120 óra múlva a keménység időbeli csökkenése megáll, és ettől kezdve a keménység az elektrolízis időtartalmának függvényében nem változik. Ennek az a magyarázata, hogy a leválasztott rézréteg átrendeződik. Ez az átrendeződés savas elektrolitból leválasztott réz esetén teljes egészében szobahőmérsékleten végbemegy.

Hull-cellás vizsgálattal határozta meg a szerző az egyes elektrolitok azon áramsűrűségtartományát, mely mellett a legszebb bevonat kapható. Cianidos elektrolit esetén igen nagy áramsűrűség mellett és igen széles áramsűrűségtartományban állítható elő szép és igen jó minőségű bevonat, így ez az elektrolit használható leginkább nagyteljesítményű elektrolitként.



2. ábra

A diplomaterv *harmadik része* a *réz és a vas egymásba való diffúziójának vizsgálatával foglalkozik*. A *Fémipari Kutató Intézet* mikroszondáján készült felvételekből megállapíthattuk, hogy a vas, illetve a réz közönséges hőmérsékleten nem diffundál egymásba.

A koncentráció időbeli változását a következő egyenlet írja le.

$$-\frac{\partial c}{\partial t} = \operatorname{div}\left(\overrightarrow{cv}\right) - \operatorname{div} D\,(\operatorname{grad} c) + \omega\beta(c_2 - c_1) + kc^{\times}$$

ahol c koncentráció (mol · cm^{-3}),
t idő (sec),
v az áramló közeg sebessége (cm sec^{-1}),
D a diffúziós állandó (cm^2 sec^{-1}),
ω a fajlagos felület (cm^2 cm^{-3}),
β arányossági tényező (cm sec^{-1}),
c_2 koncentráció a 2-es fázisban (mol cm^{-3}),
c_1 koncentráció az 1-es fázisban (mol cm^{-3}),
k a reakció sebességi állandója elsőrendű reakciónál (sec^{-1}),
x a reakció rendűsége.

Csak a diffúziót figyelembe véve a fenti differenciál egyenlet megoldásából adódik:

$$c(x;t) = c_0\left[1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)\right],$$

ahol c, c_r koncentráció (%),
x távolság (cm),
t idő (sec),
D diffúziós állandó (cm^2 sec^{-1}).

Az előbbi formula időszerinti deriválásával a réznek vasba való diffundálásának sebességére vonatkozó matematikai formula adódik.

$$c' = \frac{c_0 x}{\sqrt{2Dt^3\pi}}\, e^{-\frac{x^2}{4Dt}}$$

A kísérleteknél kapott eredményeket számítással ellenőrizte. Az így kapott eredmények jól egyeztek.

Majoros Mária

diplomatervező feladata

Konzulens: *Szepessy Andrásné* tanársegéd
Bíráló: *Szabó Lászlóné* okl. kohómérnök
Az ismertetőt összeállította: *Majoros Mária* okl. kohómérnök

A diplomatervező feladat *három részből* állt.

Az *első rész a nagytisztaságú réz tisztaságvizsgálati módszereit* és berendezéseit ismerteti az utolsó 10 év irodalma alapján. Részletesen foglalkozik a direkt (neutronaktivációs elemzés, színképelemzési módszerek, gáztartalom meghatározás...), indirekt (a villamos ellenállás alacsony hőmérsékleten végzett mérése...) és egyéb technikai eljáráson (rugópróba...) alapuló vizsgálati

módszerekkel, kitérve a ma még kísérleti jellegű eljárásokra is (termofeszültség mérése...).

A diplomaterv *második része* az *öntési paramétereknek az OFHC-réztuskók minőségére gyakorolt hatását* tárgyalja kísérleti adatok alapján. Ismerteti az OFHC-réz előállítási technológiáját, elemzi az öntött tuskók minőségét befolyásoló tényezőket: a katód-minőség, öntési paraméterek és a felhasznált segédanyagok minőségének hatását, különös tekintettel a tuskók kerülete mentén, meghatározott mélységben, apró tűs lyukacsosság formájában jelentkező gázporozitásra. .

A réz gázpórusossága szorosan összefügg a folyékony fém H_2- és O_2- tartalmával és azok eltávolításának körülményeivel. Már 0,0001 súly-% H_2 jelenlétében a fém térfogatának 44%-ában vízgőz keletkezik. A megszilárdulás során az olvadékból kiszabadulni nem tudó vízgőz pórusok formájában folytonossági hiányt okoz a tuskóban.

Az olvadék gáztartalmát befolyásoló tényezők:

— a katódban oldva és a felületén adszorbeálva található 2—10 ppm H_2 és 15—30 ppm O_2;
— letisztítatlan saját hulladék felhasználása;
— védőgáz, illetve kemenceatmoszféra összetétele;
— faszén nedvességtartalma.

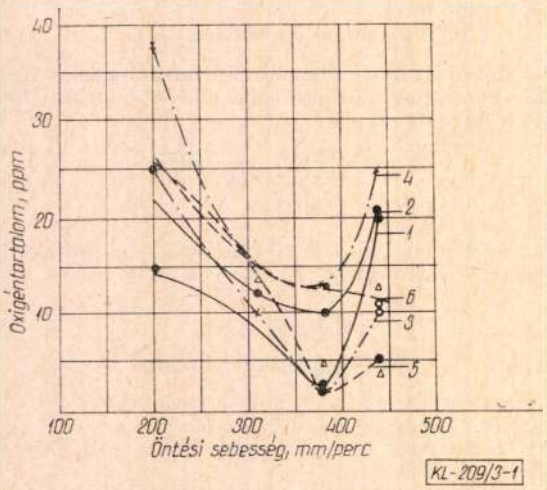
A gázpórusosság kialakulásának további okai:

— rosszul kiégetett faszén;
— a kenőanyag víztartalma;
— az olvadék nem elegendően intenzív hűtése a krisztallizátoron keresztül áramló víz kis mennyisége miatt;
— nem megfelelő olvasztási és öntési hőmérséklet;
— helytelen öntési sebesség és vibráció alkalmazása.

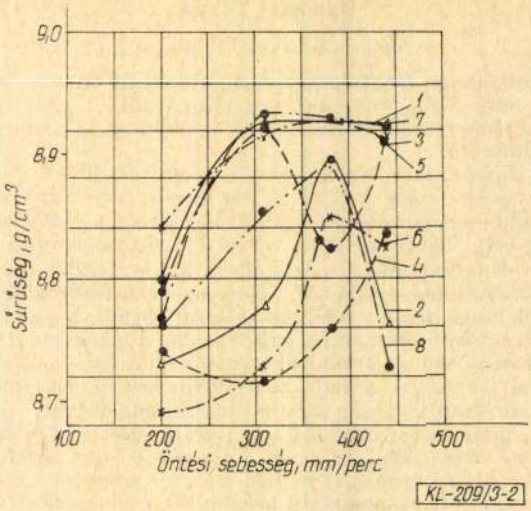
A *Csepeli Fémműben* végzett kísérletek során az állandó értéken tartott jellemzők a katódminőség, védőgázösszetétel, kenőanyagminőség, öntési hőmérséklet; a változó öntési paraméterek, az öntési sebesség, vibráció, hűtővíz-mennyiség voltak. A tuskók minősítésére az O_2-tartalom meghatározása, sűrűségmérés, az elektromos vezetőképesség mérése, a makroszerkezet vizsgálata és mikrokeménységmérés szolgált.

Az öntési sebesség és vibrációnak a tuskók oxigéntartalmára és sűrűségére (ezek a gázpórusosság legjellemzőbb mérőszámai) gyakorolt hatását jól illusztrálja az *1.* és *2. ábra*. Ezek alapján megállapítható, hogy minden öntési sebességhez tartozik egy optimális vibrációszám, amelynél a legjobb sűrűségértékek adódnak. Ezt az optimális vibrációszámot az öntési sebesség és a vibráció amplitúdójának hányadosa adja.

A kísérletek során minden szempontból a legkedvezőbb tulajdonságokkal a 380 mm/perc öntési sebességgel, 150—160/perc vibrációval, 600 liter/perc vízmennyiség-



1. ábra



2. ábra

gel öntött mintadarabok rendelkeztek. Ezeknél jelentkeztek a legnagyobb sűrűségértékek és a tuskó szeletek széle és közepe közti különbségek itt adódtak a legkisebbnek. Ennek megfelelően itt adódtak a legmagasabb elektromos vezetőképességi értékek és a legkisebb oxigéntartalom.

A *harmadik rész az OFHC-réz gáztalanításának leírására szolgáló matematikai összefüggést és ennek számítógépes modelljét tartalmazza.* Az olvasztókemence atmoszférájában előforduló gázok és a réz kölcsönhatásának vizsgálata azt mutatta, hogy a gázpórusosság okozója a hidrogén. A hidrogén számottevő mennyiségének a fémből történő eltávozása legvalószínűbben a kokillában történik, figyelembe véve a réz kristályosodási hőmérsékleten mutatott folyékony és szilárd állapotbani hidrogénoldó-képessége közti különbséget ($C_f = 51{,}7$ cm³/kg; $C_s = 19$ cm³/kg).

A dermedés során a hidrogén buborékok kiszabadulási lehetősége függ a tócsa alakjától, amelyet az öntési sebesség, a kifolyócső kiképzése és a szekunder vízhűtés intenzitása befolyásol. A kialakuló pórusos rétegvastagság változásának leírására szolgál a következő matematikai formula:

$$x_0 = 5 - \sqrt{\frac{1}{k}(0{,}31C_f^2 - y_1 - 112)} = 5 - \sqrt{\frac{z}{k}}$$

A számítógépre történő alkalmazás publikációs ANGOL nyelven:

```
begin real Cf, y1, z, k, x0 ;
Cf: = Cf min ;
A: y1: = y1 min ;
B: print (Cf, y1) ;
z: 0,31 × Cf ↑ 2 − y1 − 112 ;
D: if z > 0 then go to E else F ;
F: print (z) ;
comment nem eertelmes ;
go to N ;
E: k: = kmin ;
G: x0 = 5-sqrt(z/k) ;
print (k, x0) ;
k: k + Δk ;
H: if k < kmax then go to G else L ;
L: y1: = y1 + Δy1 ;
M: if y1 < ymax then go to B else N ;
N: Cf: = Cf + ΔCf ;
P: if Cf < Cf max then go to A else R ;
R: stop end
```

OMBKE
KÖNYVTÁR

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. JÚLIUS HÓ
7

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel.: 127-084, 318-926

TARTALOM

	150 évvel ezelőtt született Péch Antal	289
	A Vaskohászati Szakosztály vezetőségválasztó ülése	291
	Az OMBKE 62. Küldöttközgyűlése	296
GÁRDONYI SÁNDOR:	Matematikai módszerek alkalmazása a kohászatban	316
DR. SAJÓ ISTVÁN:	A termometriás koncentrációmeghatározás technikájának továbbfejlesztése	320
	Műszaki és gazdasági hírek	325
	FÉMKOHÁSZAT	
	Fémkohászati Szakosztály vezetőségválasztó ülése	328
KLUG OTTÓ— RIEDL ISTVÁN:	Vizsgálatok aluminátlúg-oldatok extrahálható víztartalmának meghatározására	331
	Az alumíniumipari szakemberképzés helyzete és feladatai	333
	ÖNTÖDE	
	Péch Antal jubileumi kiállítás az Öntödei Múzeumban	145
	Beszámoló az Öntödei Szakosztály vezetőségválasztó üléséről	150
CSONTOS ISTVÁN— KOVÁCS ZOLTÁN— MÁRTON ISTVÁN:	Gömbgrafitos öntöttvas gyártása előötvözettel	159
	CIATF munkabizottsági ülések	163
	Szabványosítási hírek	166
	Szürkevas öntvények feszültségmentesítése	167
	Könyvismertetés	B/III

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293. Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
72.7., 17307 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM
ГОД
JAHRGANG
YEAR
105

SZÁM
№
Nr.
No.
7

JÚLIUS
ИЮЛЬ
JULI
JULY
1972

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Шандор Гардони: **Применение математических методов в металлургии** ..... **С 316**

Статья дает обзор о распространении кибернетики в металлургии. На примерах, взятых из практики, показываются самые характерные металлургические применения линейного программирования, исследования операций. Сообщаются данные о том, что в мире в области металлургии, какое количество счетных машин используется для регулирования процесса. Обсуждается экономическая сторона применения счетных машин.

Д-р Иштван Шайо: **Усовершенствование техники термометрического определения концентраций** ..... **С 320**

При термометрическом определении концентраций погрешности вытекающие из обмена тепла с окружающей средой могут быть поправлены техникой измерения или расчета. Потери тепла за счет испарения и других факторов впервые были компенсированы калорифером. Позже начали применять непрерывно регулируемый вспомогательный измерительный мостик, включенный на встречу основному мостику и ввели дифференциальный метод. Вместо измерения изменения температуры более целесообразным является измерение производной изменения температуры, потому что в этом случае выпадает влияние изменений температуры за счет процессов происходящих равномерной скоростью.

О. Клуг—И. Ридл: **Исследования для определения экстрагирующего содержания воды алюминатных растворов** ..... **С 333**

Для определения экстрагирующего содержания воды алюминатных растворов проводили экстракционные исследования. В качестве индикатора использовали окись тетраметилена. Результаты этих исследований показали, что даже после первой экстракции значительная часть содержания воды (приблизительно 60%-ов) переходит в органическую фазу, и практически полное содержание воды удалится после третьей экстракции. Количество воды, переходящее в органическую фазу в первой экстракции пропорционально каустической концентрации Na_2O_k раствора. Небольшая разница в коэффициенте преломления отдельных фаз затрудняет выявление границ фаз.

INHALT

S. Gárdonyi: **Anwendung matematischer Methoden in der Metallurgie** ..... **S 316**

Der Verfasser gibt einen Überlick über die Verbreitung der Kibernetik in der Metallurgie. Die Karakteristischem Anwendungsfälle der linearischem Programmisierung und Vorgangs forschung werden mit praktischem Beispielen behandelt. Einige Angaben über die Anzahl der Komputers. Die zur Vorgangsregulierung metallurgischer Processe in der Welt eingewetzt wurden. Zum Schluss werden die wirtschaftlichen Vorteile der Anwendung von Komputern erwähnt.

Dr. I. Sajó: **Weiterentwicklung der Bestimmung der Konzentration durch Thermometrie** ..... **S 320**

Bei der Bestimmung der Konzentration durch Thermometrie können die durch den Wärmeaustausch mit der Umgebung entstehenden Fehler sowohl rechnerisch wie auch messtechnisch korrigiert werden. Im Anfang wurde der durch Verdamfung enstehende Wärmeverlust mit einem Kalorifer kompensiert. Später wurde eine mit der Grundmessbrücke gegenüber gekoppelte Messbrücke angewendet, wobei auch das Differenzverfahren eingeführt wurde. Am zweckmässigsten ist anstatt der Temperaturänderung das Derivat der Temperaturänderung zu messen, da in diesem Falle die Wirkung der bei den Vorgängen mit gleichmässiger Geschwindigkeit entstehenden Temperaturänderungen ausgeschaltet werden können.

O. Klug.—I. Riedl: **Untersuchungen zur Bestimmung des extrahierbaren Wassergehaltes in Aluminatlaugen** ..... **S 333**

Versuche zur Bestimmung des extrahierbaren Wassergehaltes von Aluminatlaugen wurden mittels Dioxanextraktion — mit Dioxanindikation — durchgeführt. Die Versuche haben ergeben, dass mit einfacher Extraktion bereits ein bedeutender Anteil (etwa 60%) des Wassergehaltes in die organische Phase übergeht und praktisch der ganze Wassergehalt durch dreimalige Extraktion entfernt werden kann. In der ersten Extraktion ist die in die organische Phase übertretende Wassermenge der Na_2O_k-Konzentration der Lauge proportional. Der geringe Unterschied der Brechungsindizes der Phasen erschwert die Beobachtung der Phasengrenze.

CONTENTS

S. Gárdonyi: **Application of mathematical methods in the metallurgy** ..... **P 316**

Author gives a general view of widening use of cybernetics in metallurgy. He gives practical examples of characteristic metallurgical aplication of linear programming and operation research work. Data are given abont the number of computers used world-wide to comrol metallurgical processes. In conclusion, the economical advantakes of using cumbuters are dealt with.

Dr. I. Sajó: **Further developments in the method of thermometric concentration determination** .... **P 320**

During the thermometric determination of concentrations the errors due to the heat exchange with the environment can be corrected by calculation or by a suitable technique of measurement. Thermal losses due to evaporation and other causes were compensated in the beginning by a calorifer. Later a continuously adjustable auxiliary measuring bridge was employed, connected in opposition to the basic bridge; the difference method was also introduced. Measuring the derivative of the temperature variation instead of the temperature variation itself has proved the most expedient since in this case the effect of temperature variations due to constant rate processes is eliminated.

O. Klug—L. Riedl: **Determination of the extracted water content in aluminate liquor solutions** .... **P 333**

Extraction tests with dioxane — with dioxane indication — were used to determine the extracted water content in aluminate liquors. A substantial percentage of the water content (about 60 pct) is transferred into the organic phase by a single extraction and practically the total water content is eliminated by extracting three times. In the first extraction the water passing into the organic phase is proportional with the caustic Na_2O_k concentration of the solution. The slight difference in the refractive indices of the phases makes it difficult to observe the phase boundary.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ,
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, BOROSSAY BÉLA, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 7. szám 1972. július

150 évvel ezelőtt született Péch Antal

Júniusban ünnepeljük *Péch Antal* születésének 150. évfordulóját. *Péch Antal* — akit már életében kortársai a legnagyobb magyar bányásznak ismertek el — alapította 105 évvel ezelőtt 1868-ban, rögtön a kiegyezés után — amint a régóta várt magyar nyelvű szakfolyóirat megteremtésére alkalom nyílott — lapunk elődjeit a Bányászati Kohászati Lapokat.

1872 előtt önálló kohászképzés Selmecen nem folyt, így *Péch Antal* is általános bányász-kohász képesítést szerzett és rendkívüli eredményeket felmutató pályafutása során számos kohászati alkotás is fűződik nevéhez. Ezek közül csak a legjelentősebbek egyikét, a diósgyőri új vasgyár 1868. évi alapítását emeljük ki.

Az általa alapított — mindig Egyesületünk szívügyének tekintett szaklapon kívül, amely ma már Egyesületünk kiadásában négy önálló folyóiratként jelenik meg és egyike a legrégibb magyar szakfolyóiratoknak — számos kiváló szakkönyv és a „Jó szerencsét" köszöntés is őrzi emlékét. Kevesen tudják ma már, hogy az addig használt németes köszöntés helyett ezt is *Péch Antal* javaslatára fogadta el és tette magáévá 1894-ben a bányász-kohász társadalom.

Egyesületünk végleges megalakulásakor, 1892-ben — az Egyesület alapításában szerzett érdemeinek elismeréséül — *Péch Antalt* választotta első tiszteleti tagjává.

Az egymást váltó bányász-kohász generációk mindegyike változatlan tisztelettel tekintett *Péch Antalra*. A róla szóló megemlékezés rendszeressé tétele céljából alapította és adományozta Egyesületünknek 1938-ban *Róth Flóris*, az Egyesület akkori elnöke a díszes *Péch Antal*-emlékserleget.

Az alapító levél szerint bányász-kohász ünnepi alkalmakkor ... „Egyesületünk valamelyik illusztris tagja az Egyesület érdekét előmozdító ünnepi beszéd kíséretében e serleggel a kezében emelje és ürítse ennek tartalmát a mi eszményképünk, a mi díszünk: *Péch Antal* emlékezetére".

Azóta Egyesületünk legbensőbb hagyományainak egyikét képezi a *Péch Antal* serlegbeszéd. Közgyűléseink alkalmából, néhány évi megszakítással, eddig 10 ünnepi serlegbeszéd hangzott el. Köztük hármat kohászok tartottak: az 1941. évit *Pattantyús Ábrahám Imre* alelnök, 1943. évit *Gálócsy Zsigmond* alelnök és 1969. évit a közelmúltban elhunyt *Szele Mihály* alelnök, tiszteleti tagunk.

Leghelyesebbnek véltük, hogy a jubileum alkalmából az ezévi tisztújító közgyűlésünk kapcsán tartott összejövetelen elhangzott *Péch Antal* serlegbeszédet, amelyet ez alkalommal a leköszönő elnökünk, *dr. Gyulay Zoltán* professzor tartott, ünnepi megemlékezésül teljes terjedelmében közöljük. *(Szerk.)*

Dr. Gyulay Zoltán professzor „Péch Antal" serlegbeszéde

1937-ben, országalapító István királyunk ünnepi évének vigiliáján, egyesületünk egyik nagyrabecsült és a bányásztársadalom életében élénk szerepet játszott tagja, *Tassonyi Ernő*, vetette fel azt az eszmét, hogy az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület alapítson egy serleget, a kortársai által még életében legnagyobbnak elismert magyar bányász, *Péch Antal* emlékére, azért, hogy ünnepi alkalmakkor, az egyesület egy felkért tagja, az egyesület érdekét előmozdító ünnepi beszéd kíséretében, e serleget kezében emelje és tartalmát *Péch Antal* emlékére ürítse.

Az eszme mihamar testet öltött, a serleget az egyesület elnöke, *Róth Flóris* adományozta és 1938 decemberében az első serlegbeszédet is ő tartotta. A serlegbeszéd ez után 1943-ig az évi rendes közgyűlések mindenkor ünnepélyes velejárója volt. Egyesületünk e szép szokást 1949-ben újította fel, amikor a friss alapítású Nehézipari Műszaki Egyetemet annak első rektora köszöntötte.

A *Péch Antal* serleg messzesugárzó jelképe a *Péch Antalt* hosszú életútján vezérlő eszméknek, egyben a bányászat és kohászat haladó hagyományainak, munkás múltunk megbecsülésének.

A tizenegyedik vagyok a sorban, akit az a megtiszteltetés ért, hogy a serleggel a kezemben szólhatok, abban az esztendőben, amelyre *Péch Antal* születésének 150. évfordulója esik.

Péch Antal életéről a korábbi serlegbeszédek más és más, az időszerűség kínálta szempontjából emlékeztek meg. Ma délelőtt az Öntödei Múzeumban megnyitott emlékkiállításon *Péch Antal*nak, mint a bányászat történetírójának az emlékét idéztük. Ma este, egyesületünk alapításának 80. évfordulóján emlékezzünk vissza *Péch Antal*nak az egyesület megalakítása érdekében kifejtett erőfeszítéseire, hátha némi tanulságot meríthetünk belőle a jelen számára.

Péch Antal eredményekben gazdag, hosszú, harmonikus életet élt. Egyik érdemes tagja a múlt század második felében működött ama nagy bányász-kohász triásznak, amelynek másik két tagja az évfolyamtárs *Zsigmondy Vilmos* és a náluk 20 évvel fiatalabb *Kerpely Antal*. *Zsigmondyt*, aki mindvégig önálló marad, érdeklődése a vízbányászat, az állami szolgálatba lépő *Kerpelyt* a vaskohászat felé hajta. *Péch Antal*, aki végül szintén állami szolgálatot vállal, megmarad egyetemes bányásznak, mai szóval egyszemélyben bányásznak és kohásznak. Közös vonásuk, hogy kiemelkedő alkotó szakemberek, a reformkor szülötteiként jó hazafiak, a hazai bányászat és kohászat megmagyarosításának úttörői és zászlóvivői, a magyar bányász-kohász szaknyelv megteremtői és lelkes művelői, szakjaink társadalmi életében élénk szerep vállalói, akik mindeme minőségükben mindent elkövetnek a magyar bányászati és kohászati egyesület megalakítása érdekében. Mindezekben annyira egy utat járnak, mintha törekvéseiket egybehangolták volna —, lehet, hogy az ő idejükben a férfiaknak több idejük és szívük volt arra, hogy közel maradjanak egymáshoz.

Dr. Gyulay Zoltán a hagyományos Péch Antal serlegbeszéd elmondása után kezében az 1938-ban alapított serleggel

Amikor 1885-ben a Magyar Mérnök és Építész Egylet bányászati és kohászati szakosztálya kimondja az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület létesítésének a szükségességét, és erre jó alkalomként a budapesti országos kiállítás alkalmából rendezendő bányászati-kohászati-geológiai kongresszus kínálkozik, *Péch Antal* készíti el az egyesület alapszabály-tervezetét. Az egyület megalakulása azonban akkor, mivel az alakulóülés résztvevői nem tudnak az egyesület célktűzésében megegyezni, nagy megdöbbenésre elmarad. A nagyvállalatok képviselői, ugyanis a bánya- és kohóvállalatoknak az alapítandó egyesületbeni érdekképviseletét vitatták. *Péch Antal* az, aki erre nagyon határozottan felemeli a szavát, mondván, hogy az alapítandó egyesületnek csak egyetlen célja lehet, nem a nagybirtokosok, hanem a bányászat és kohászat általános — és ezen át a köz — érdekeit szolgálni, aminek a feltétele az egyesületen belül a független véleményalkotás és nyilvánítás szabadsága.

Kedves Barátaim! Népi demokráciánk nem ismeri a tőkés világbani antagonizmust a tőkés és alkalmazottja között, de szükséges struktúraként nálunk is megvan az iparvezetés különböző szintjein a hierarchia. És ennek a vetülete érezhető az egyesületre is. Az iparvezetést nyilván méltányos hely illeti meg az egyesület, annak szakosztályai, valamint helyi csoportjai vezetésében is. De az irányítók és irányítottak szava helyes arányának a kialakítása az egyesületi demokrácia fejlesztése érdekében, az egészséges egyesületi élet biztosítására, *Péch Antal* szellemében még szabályozásra vár. Erre a távozó vezetőség erejéből és idejéből már nem futotta. Kötelességemnek érzem azonban erre a figyelmet a serlegbeszédben felhívni.

Kedves Barátaim!! *Péch Antal*nak még egy másik nemes tulajdonsága is említést kíván ma itt: igen erős szociális érzéke, igazságérzete. A rideg gazdasági érdek és a szociális érdekek ellentétében, ő mindvégig, magas hivatali polcán is, a szociális igazság oldalán állt. Idézem pár mondatát abból a jelentéséből, amelyben 1873-ban a magyar állam tulajdonába került és akkor túlnyomórészt veszteséges állami ércbányák további üzembentartását

javasolta. Azt írja, hogy a magánvállalkozás csak arra törekedhetik, hogy nyeresége legyen, mert e nélkül tőkéje nem kamatozhat s vállalatának értéke folytonosan alább száll. „Az állam ellenben tekintetbe veszi — írja —, s kell is, hogy tekintetbe vegye a bányamívelés nem közvetlen következményeit is; az államnak — bizonyos határig — még akkor is haszna van a bányamívelésből, ha az közvetlen nyereséget nem ad; haszna van, mert a rendesen terméketlen vidék népességének keresetre nyújt alkalmat. Az esetlegesen nem jövedelmező bányászat felhagyása nem csak a bányászvidék népességét, de távolabb eső köröket is igen érzékenyen sújthat és az állam összességének igen nagy kárt okozhat; mindezen okoknál fogva alólírott *(Péch Antal)* szükségesnek tartja az államra nézve, hogy mindazon bányavállalatait melyek szakértő és gazdaságos kezelés mellett jó eredményre adnak reménységet, folytonosan üzemben tartsa, habár esetleg egyideig nem is jövedelmezhetnek."

Ilyen lelkülettel, mint az állam szociális lelkiismeretének a megtestesítője, vette a kezébe 1873-ban másfél évtizedre a legnagyobb kincstári bányaigazgatóság vezetését *Péch Antal*, akit jótevőjének tartott az egész Garamvidék.

Hölgyeim és Uraim, kedves Barátaim! *Péch Antal* élete tanulságokban rendkívül gazdag, merítsünk tovább is belőle. Ürítsük poharunkat az ő emlékére, a magyar bányászat és kohászat gyarapodására, erősödésére és virágzására és kívánjunk egymásnak *Péch Antal* szép köszöntésével — Jószerencsét!

A Vaskohászati Szakosztály vezetőségválasztó ülése

Az ápr. 21-én délután a MVAE dísztermében tartott vezetőségválasztó ülésen a helyi csoportok és szakcsoportok korábbi vezetőségválasztó ülésén megválasztott több mint 100 küldött jelent meg.

Az ülést *dr. Horváth János* szakosztályi elnök nyitotta meg az alábbi elnöki megnyitóval:

Tisztelt vezetőségválasztó szakosztályi ülés!
Kedves kohász barátaim!

Szeretettel üdvözlöm a megjelenteket a Vaskohászati Szakosztály vezetőségének nevében a mai vezetőségválasztó szakosztályi ülésen. Külön üdvözlöm az Elnökség képviseletében megjelent Hammer Ferenc elvtársat, Egyesületünk alelnökét. Szeretettel köszöntöm helyi és szakcsoportjaink megjelent vezetőit, egyetemünk és vaskohászati iparágunk képviselőit.

Egyesületünk életének, az alapszabályaink értelmében három évenként megrendezésre kerülő vezetőségválasztó szakosztályi ülése és az azt követő közgyűlés mindig jelentős eseménye volt és ezeket az összejöveteleket ma is a bányászok és kohászok fontos találkozásának tekintjük.

Ezek a nagyobb szabású összjövetelek adnak módot arra, hogy egyrészt találkozzanak egymással az iparágunk különböző területein dolgozó szakemberek és egyesületi tisztségviselők, másrészt, hogy ilyenkor a vezetőség újraválasztásán túlmenően, számot adhassunk az elmúlt három év egyesületi munkájáról is.

A Vaskohászati Szakosztály 1969 áprilisában megválasztott vezetőségének beszámolóját Gruber Imre, a Szakosztály titkára fogja megtartani.

Gruber Imre titkári beszámolója

Az elhangzó rövid beszámolóban a Vaskokászati Szakosztály elmúlt három évi tevékenységének leglényegesebb mozzanatait kívánom összefoglalni, hiszen tagtársaink lapunkból, valamint különböző szakmai rendezvényeink idején kapott tájékoztatásokból lényegében követni tudták a szakosztályi munkát.

Az 1969-ben választott szakosztályvezetőség első ülésén a következőkben határozta meg a legfontosabb feladatokat:

— a vezetőség fordítson fokozott figyelmet a helyi csoportok és szakcsoportok munkájára,

— törekedni kell a fiatalság — elsősorban az egyetemi ifjúság — aktiválására és fokozott bevonására az egyesületi munkába,

— növelni kell a szakmai konferenciák színvonalát,

— a szakosztály bővítse tovább nemzetközi kapcsolatait,

— minden támogatást meg kell adni szaklapunknak, a „Kohászat"-nak,

— ápolni és erősíteni kell a társszakosztályokkal a kapcsolatokat.

Szakosztályunk tevékenységét az elmúlt 3 év alatt ezek a fő célkitűzések határozták meg. Jól kapcsolódtak ezek a feladatok az MSZMP Központi Bizottságának 1969 tavaszán megfogalmazott javaslataihoz, amelyek a MTESZ munkájának továbbfejlesztését célozták. Alapvető szempontnak tekintettük továbbá — a korábbi évekhez hasonlóan —, hogy szakosztályunk munkája összhangban legyen az iparág feladataival.

A helyi csoportok helyzete

A helyi csoportok és szakcsoportok munkájának értékelése, az esetleges problémák feltárása a vezetőségi ülések rendszeresen ismétlődő napirendi pontja volt. A három esztendő alatt mindegyik nagyobb helyi csoport és rendszeres munkát végző szakcsoport vezetősége beszámolt munkájáról, a beszámolókat mindig élénk vita követte; ennek alapján a csoport munkáját értékelő és a munka javítását célzó határozati javaslatok születtek. A beszámolók alapján tájékozódott a vezetőség a különböző csoportoknál jelentkező sajátos problémákról, amelyek rávilágítottak az egyes csoportok tevékenységében jelentkező különbségek okaira. Általános tapasztalat volt, hogy ott tud legjobban, célkitűzéseinek legmegfelelőbben működni az egyesületi tagság, ahol a gazdasági és politikai vezetéssel jó a kapcsolat; ennek egyik feltétele, hogy a csoport tevékenysége összhangban legyen a vál-

lalat célkitűzéseivel. Ilyen esetben — amint azt néhány helyi csoportunk példája bizonyítja — az általában igen elfoglalt vezetők is aktív részt vállalnak az egyesületi munkában. Az újonnan választandó szakosztályi és helyi csoport vezetőségek feladata, hogy ezt az egyesület számára igen fontos kölcsönhatást mindenütt ápolja és megerősítse. Ugyancsak a helyi csoportok beszámolói során fogalmazódott meg az az egész egyesületünk tevékenységére érvényes tétel, hogy napjainkban, amikor az ismeretek és technológiák gyors ütemű fejlődése, a fejlődéssel járó hivatali feladatok, valamint az egyéb politikai és társadalmi funkciókkal járó tennivalók önmagukban is gyakran emberfeletti munkát követelnek, nagy áldozatot jelent az egyesületi tevékenység, amely nem hivatali kötelesség és anyagi haszonnal nem jár. Tudomásul kell tehát vennünk, hogy az egyesületi tevékenység elsősorban áldozat, az egyesület, a szakma érdekében.

A fiatalság aktivitása

A szakosztályvezetőség teljes és szűkebb körű üléseken egyaránt rendszeresen foglalkozott a fiatalság aktivizálásával. Ennek eredményeképpen több olyan konkrét intézkedést hoztunk, amelyek kimondottan a fiatal tagtársak érdekeit szolgálták.

Ezek közül a legfontosabbak a következők voltak:

— pályázatot hirdettünk meg a 40 év alatti szakemberek részére, tematikai lehatárolás nélkül. A pályázatot 1969-ben írtuk ki első ízben. Akkor 14 pályázat érkezett be, ami az előző évekhez képest jelentős javulás volt. Sajnálatos tény viszont, hogy 1970-ben és 71-ben egyaránt csak öt pályázó nyújtott be pályaművet, holott a pályadíjak összege (3—5,000 Ft) jelentős,

— a külföldi utaztatásoknál fontos szempontnak tűztük ki, hogy a fiatalság is megfelelő részarányban képviselve legyen Több olyan külföldi céltanulmányutat, vásárlátogatást szerveztünk, amelyen döntő többségben fiatalok vettek részt.

— rendszeresen anyagi támogatást nyújtottunk az egyetemi és főiskolai valétabizottságnak,

— Nagyrendezvényeinken hosszabb idő óta rendszeresen ingyenes vendéglátásban részesítünk és a rendezési munkákba bevonunk néhány egyetemi hallgatót,

— az új vezetőségválasztás egyik alapelvének tekintettük, hogy a fiatalokat fokozottabban vonjuk be a szakosztály és a helyi, ill. szakcsoportok vezetésébe.

Törekvéseink ellenére sem oldódott meg teljesen szakosztályunk, ill. általában az Egyesület és az egyetemisták kapcsolata. Célunk, hogy a fiatalok már az egyetemen legyenek tagjai az Egyesületnek. Tekintettel azonban arra, hogy az egyetem a legjobb alkalom arra, hogy a bányász és kohász hallgatók egymással közvetlen, baráti kapcsolatba kerüljenek, nem látjuk célszerűnek, hogy az egyetemi hallgatók szakosztályonként elkülönülve folytassanak egyesületi tevékenységet. Az egyetemmel fennálló kapcsolatokat az OMBKE leköszönő elnöksége ezen szempontok alapulvételével javasolja továbbfejleszteni. Az első lépések eziránybán már megtörténtek.

Szakmai rendezvényeink

Örvendetesen fejlődött szakmai rendezvényeink színvonala az elmúlt három esztendő során. Hat központi nagyrendezvényt szerveztünk ezalatt az idő alatt (V. és VI. Anyagvizsgáló Konferencia, III. Országos Hengerész Konferencia, III. Tűzálló anyagipari Konferencia, Nagytisztaságú Acél Konferencia, III. Vaskohászati Hidegalakító Konferencia); ezeken mintegy 1600 fő vett részt, közel egyharmada külföldről. A nagyrendezvények sorából kiemelkedik az 1970 júniusi Nagytisztaságú Acél Konferencia, amelyet Szakosztályunk az angol és francia társegyesülettel, valamint a Vasipari Kutató Intézettel közösen rendezett. Ezen a konferencián Európa csaknem minden nemzetközileg híres metallurgus szakembere részt vett, ill. előadott. A konferencia anyagát három kötetben eredeti nyelveken adtuk ki; az angol egyesület külön kiadványainak sorozatában most jelentette meg a teljes anyagot.

Tekintettel a nemzetközi részvétellel rendezett konferenciák számának növekedésére, szakosztályunk ideiglenes munkabizottságot hozott létre a konferenciák szervezési alapelveinek kidolgozására és egységesítésére. A munkabizottság jelentésében összefoglalta a konferenciák rendezésének célszerű ütemezését. A jelentést az OMBKE elnöksége is érdeklődéssel tanulmányozta.

Nagyrendezvényeink szervezésében jelentős szerepet juttattunk a helyi csoportoknak is: a vidéken rendezett konferenciák helyi szervező munkáját gyakran egy-egy helyi csoport vállalta magára. A helyi csoportok emellett többször rendeztek magas színvonalú szimpóziumokat, ülésszakokat.

Egyes nagyrendezvények szervezésében egyesületünk más egyesületekkel is együttműködött. Ezek közül a GTE Anyagvizsgáló Szakosztálya és Anyagvizsgáló Szakcsoportunk által közösen szervezett anyagvizsgáló konferenciákat kell kiemelni; a rendezvényeknek váltakozva főrendezője a két egyesület.

Nemzetközi kapcsolataink

Nemzetközi kapcsolataink sok tekintetben fejlődtek az elmúlt három esztendő alatt. Hagyományos jó együttműködésünk, cserelehetőségeink továbbra is megvan a lengyel társegyesülettel. A Nagytisztaságú Acél Konferencia eredményeképpen megvannak a kapcsolataink az angol és francia társegyesülettel; javítottuk az egyesületközi kapcsolatokat a Verein Deutscher Eisenhüttenleute-vel (Düsseldorf). Bár a szakemberek áramlása kölcsönösen elég nagy, egyesületi szinten törekvéseink ellenére sem kielégítő a kapcsolat az NDK, csehszlovák, jugoszláv, bolgár és szovjet társegyesületekkel. Ennek elsődleges oka az illető országok kohászati egyesületeinek szervezeti helyzete. Úgy néz ki azonban, hogy az NDK-beli és a szovjet társegyesülettel sikerülni fog a kapcsolatokat javítani. Ennek érdekében az első lépéseket már megtettük. Hasonlóképpen együttműködést kívánunk kiépíteni a szomszédos Ausztria kohászati egyesületével.

A nemzetközi kapcsolatok építését célozzák a szakosztályvezetőségnek azok a határozatai is, hogy

a külföldi konferenciákra elsősorban olyan szakembereket delegál, akik előadást, ill. hozzászólást tartanak; alapvető kritériumnak tekintjük, hogy a konferenciákra kiküldött szakembereink beszéljék a konferencia nyelvét. Olyan aktiváinkat, akik beosztásuknál vagy elfoglaltságuknál fogva nem tudják ezeket a feltételeket teljesíteni, csoportos céltanulmányútra vagy vásárlátogatásra küldjük ki.

Nemzetközi kapcsolataink fejlődését jelzi az Egyesület kiküldetésében külföldön járt szakembereink számának alakulása is. Ezek a számok a következőképp alakultak:

Év	Fő	Nap	Ebből nyugati fő
1969	42	289	5
1970	89	520	17
1971	102	678	13

A kiutaztatási költségeket részben az egyesület, részben pedig a vállalatok fedezték; az utazásokat általában teljes egészében az egyesület szervezte.

Ugyancsak a nemzetközi kapcsolatok részét képezik azok az előadások, amelyeket nyugati cégek tartanak egyesületi szervezésben szakembereink részére. A haszon itt kettős: egyrészt szakembereink megismerhetik a fejlett technológiákat, berendezéseket, másrészt a külföldi cég által fizetett szervezési költségek növelik szakosztályunk devizakeretét. Az elmúlt 3 év alatt átlagosan évi három ilyen előadás-sorozatot rendeztünk. A cégek sorában világhírű NSZK-beli, svéd, osztrák cégek szerepeltek. Az előadásokat a budapesti rendezvény után gyakran vidéken (Diósgyőr, Ózd) is megismételték.

Szaklapunk

Szaklapunk ügyével szintén rendszeresen foglalkoztunk. A főszerkesztő rendszeres tájékoztatást adott a szakosztályvezetőségnek a cikk-ellátottságról és a felmerülő problémákról. 1970 óta nívódíjban részesítjük az előző évben megjelent legjobb dolgozatot. Az utóbbi időben örvendetesen javult a vidéki cikkírók részaránya. Továbbra is dominálnak az anyagvizsgáló-fémtani témakörű dolgozatok, kevés viszont az acélgyártással, meleghengerléssel foglalkozó cikk.

Az egyesületi élet aktivizálása

Szakosztályunk vezetősége azonnal csatlakozott azokhoz a törekvésekhez, amelyek egyesületünk elnökének felszólalása nyomán az egyesületi élet korszerűsítésére, a tagság aktivizálására irányultak. A felszólalás közzététele nyomán szakosztályunk több tagja tett írásos hozzászólást szaklapunkban. A javaslatok összegyűjtésére és megfogalmazására a szakosztály munkabizottságot hozott létre, amely javasolta többek között, hogy az elnökség által megszüntetett Oktatási Bizottságot hívják életre. Javaslatot dolgoztunk ki az egyesületen belüli tagozódás és a funkciók egységes jelölésére és értelmezésére is.

A szakosztályi munka korszerűsítését és a tagság aktivizálását kívántuk elérni az újtípusú szakbizottságok életrehívásával. A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés vezetésével együttműködve megalakítottuk a Hengerlési és az Acélgyártási Szakbizottságot; folyamatban van a Nyersvasgyártó Szakbizottság megalakulása. A szakbizottságok feladatait az iparági vezetés, ill. az egyes kohászati nagyüzemek tűzik ki. Ily módon lehetővé válik, hogy tagságunk nagyjelentőségű kérdésekben hallassa szavát, állást foglaljon és így az egyesület társadalmi-szakmai súlya jelentősen növekedjék.

A szakbizotságok tagjai rendszeresen összejönnek a különböző kohászati centrumokban. Ilyen módon lehetőség van arra, hogy az üzemek egymás eredményeit, új berendezéseit és technológiáját alaposabban tanulmányozhassák és a tapasztalatokat hasznosíthassák.

Végül néhány, a *szakosztály életét jellemző adat.*

A Vaskohászati Szakosztály létszáma az elmúlt három esztendő alatt 1100-ról 1250-re, azaz több mint 10%-kal nőtt. Jelentős szerepe van ebben annak, hogy 1969 decemberében megalakult a Kohászati Gyárépítő Vállalat helyi csoportja, amely azóta egyike a legjobban működő szakcsoportjainknak. Most alakult meg a KGMTI helyi csoportja.

Az egyesület anyagi helyzetének alapját — mint tudjuk — a vállalatok jogi tagdíjbefizetései képezik. A fizethető jogi tagdíjak minimumát és maximumát — a vállalati dolgozók létszámának függvényében — rendelet szabályozza. A legutolsó felmérés szerint a szakosztályunkhoz tartozó vállalatok összesen kb. a maximum és minimum középértékét fizetik be jogi tagdíjként, az öntödei, fémkohászati és olajbányászati szakosztályokhoz tartozó vállalat befizetései ugyanakkor elérik, ill. megközelítik a maximumot. Tekintettel a megnövekedett feladatokra és az ezzel összefüggő anyagi szükségletekre, kérjük vállalatainkat, vizsgálják meg a jogi tagdíjak felemelésének lehetőségeit. Annál is inkább szükség van erre, mert Egyesületünk — néhány éven belül másodszor — rövidesen ismét költözni kényszerül.

Végül az új szakosztályvezetőségi listát összeállító jelölőbizottság munkájáról szeretnék néhány szót szólni. A jelölőbizottságot a leköszönő vezetőség három hónappal ezelőtt hívta életre. A vezetőség javasolta a jelölőbizottságnak, hogy az új vezetőség névszerinti összeállításakor vegye alapvető és fontos szempontnak újabb tagtársak és fiatalok bevonását. A vezetőség a jelölőbizottság megválasztásakor hasznosnak tartotta azt, hogy a vezetőségben ciklusonként az eddiginél nagyobbmértékű személyi változások következzenek be és így mindig újabb és újabb tagtársakat lehessen az Egyesület aktív és hasznos tisztségviselőjévé választani. Ha a Szakosztály vezetőségének egy részét időről időre megváltoztatjuk, akkor biztosítani tudjuk a már egyesületi munkában gyakorlatot szerzett tisztségviselők és az újonnan tisztséget kapottak helyes együttműködését és a munka folyamatosságát.

Köszönöm a *Horváth Gyula* által vezetett jelölőbizottság három hónapos munkáját és az egyeztetésekkel és felkérésekkel járó sok fáradságot.

Az elmondottakkal Szakosztályunk 3 éves tevékenységét és jelenlegi helyzetét ismertető beszámoló végére értem.

Végezetül a megválasztandó új vezetőség figyelmébe szeretnénk ajánlani néhány olyan teendőt, amelyeket mi, a régi vezetőség részben már elkezdtünk, de amely még befejezésre vár, és szeretnénk néhány új gondolattal is támogatni az új vezetőség munkáját.

— Az eddigi gyakorlat alapján javasoljuk, hogy az új vezetőség folytassa szükség szerint az új szakbizottságok megalakítását és használja ki minél jobban az ebben rejlő lehetőségeket.

— Fokozottabban bízzunk meg közepes és nagy rendezvények szervezésével helyi csoportokat és minél több jelentősebb rendezvényünket vidéken tartsuk meg.

— A nemzetközi kapcsolatokat a megkezdett úton és szellemben javasoljuk tovább fejleszteni.

— Javasoljuk, hogy folytassa az új vezetőség a helyi csoportok és szakcsoportok vezetőségének rendszeres beszámoltatását a csoportokban folyó munkáról.

Ezek a javaslatok talán segítséget nyújtanak ahhoz is, hogy az új vezetőség mielőbb kialakíthassa az elkövetkezendő ciklus programját és segítség talán arra is, hogy a munka folyamatossága ne szakadjon meg.

Bízunk abban, hogy a Vaskohászati Szakosztály tagsága a megválasztandó új vezetőség irányításával a 80 éves Egyesületünk hagyományaihoz híven teljesíti szakmánkat ápoló és továbbfejlesztő feladatát. Ehhez kíván a lelépő vezetőség az új vezetőségnek és minden kedves kohász tagtársunknak

jó szerencsét!

*

A nagy tetszéssel fogadott titkári beszámoló után *dr. Horváth János* elnök a hároméves ciklus alatt végzett kiemelkedő egyesületi és szakmai munka elismeréseként a kohó- és gépipari miniszter által adományozott „*kohászat kiváló dolgozója*" kitüntetést nyújtotta át az alábbi 14 tagtársunknak:

Balogh Sándor (LKM) *Claus Alajos, Csohány Gyula* (Cs), *dr. Fuchs Erik, Gruber Imre* (Cs), *Kalmár Elemér* (DV), *dr. Kismarthy Loránd, Laczka János* (St), *Lantos István* (KGYV), *Latinák István* (KGYV), *Mydló Antal* (Cs), *Óvári Antal, Répás Pál* és *Schottner Lajos* (OKÜ)

Ezt követően *dr. Horváth János* elnök átadta az 1971. évi pályázatra beérkezett 3000—3000 Ft-os *pályadíjakat dr. Károly Gyulának* (NME, Miskolc), *Gergely Mártonnak* (Vaskút) és *Nagy Gézának* (NME, Miskolc) a pályázatok szerzőinek.

Végül átadta az 1000—1000 Ft-os *cikk-nívójutalmakat* a „Kohászat"-ban 1971 folyamán megjelent legidőszerűbb témákat kiemelkedően jól feldolgozó cikkek szerzőinek. Nívójutalmat kaptak: *Fehérvári Attila—dr. Rittinger János* (Vaskút), *Gergely Márton* (Vaskút), *Illyés János* (Vaskút), *Ivócs László* (OKÜ), *Komlóssy Antal—Hauszner Ernő* (DV), *Pálmai Zoltán* (OKÜ), *dr. Pálvölgyi Árpád* (KGMTI), *dr. Tardy Pál* (Vaskút), *Tóth Géza* (DV) és *Tömpe László* (LKM).

A kitüntetetteket és díjnyerteseket az ülés résztvevői meleg ünneplésben részesítették.

(A pályadíjat és nívódíjat nyert cikkek pontos adatait előző lapszámunkban már közöltük).

Ezután *dr. Horváth János* az alábbi szavakkal köszönte meg a három év alatt végzett szakosztályi munkát:

Tisztelt Szakosztályi ülés!
Kedves Tagtársak!

Meghallgattuk *Gruber Imre* titkárunk beszámolóját a Szakosztály vezetőségének munkájáról, megtörtént a KGM-tárca támogatásával kapott kitüntetések és különböző pályázati, valamint nívódíj jutalmak kiosztása és ezzel a mai szakosztályi ülés első szakasza lényegében lezárult.

Mielőtt arra kérem a megjelenteket, hogy adják meg a lelépő szakosztályvezetőségnek a felmentést, néhány mondattal szeretnék még kitérni az elmúlt 3 év munkájára.

Erről a helyről is szeretném megköszönni a helyi csoportok és szakcsoportok munkáját. Korábban is és ezúton is azt hangoztatjuk, hogy az egyesületi élet tekintélyes része a helyi csoportok és szakcsoportok területén és köreiben zajlik. Továbbra is ezt tartjuk a legfontosabb működési területnek. Megnyugvással lehetett tudomásul venni, hogy az elmúlt hónapokban lebonyolított helyi és szakcsoport taggyűlések a vezetőségek újraválasztása során figyelemmel voltak a Központi Bizottság MTESZ-re vonatkozó irányelveire, azon belül is elsősorban a fiatalok fokozottabb felkarolására, a vezetőségbe való bekapcsolására és általában a társadalmi munka szélesebb alapokra való helyezésére.

A helyi csoportok és szakcsoportok munkája nem volna pozitívan értékelhető, ha őket nem támogatnák a vállalatok és intézmények gazdasági, politikai és tömegszervi vezetői. Nem mulaszthatom el az alkalmat, hogy ezúton is őszinte köszönetemet fejezzem ki a lelépő vezetőség nevében ezeknek a bennünket támogató vezetőknek és kérjem továbbra is személyes segítségüket és támogatásukat.

Végezetül köszönetemet szeretném kifejezni a lelépő vezetőség nevében valamennyi tagtársunknak azért a munkáért, melyet nagy hagyományokkal rendelkező és ez évben 80 éves Egyesületünk érdekében kifejtettek. Őszintén remélem, hogy az újonnan megválasztandó vezetőség is megkapja ezt a támogatást és ha lehet Egyesületünk és azon belül a Vaskohászati Szakosztály munkája a következő években még eredményesebb és gyümölcsözőbb lesz.

Kérem a tisztelt Vezetőségválasztó szakosztályi ülést, hogy az elhangzott beszámolót fogadja el és adja meg a Vaskohászati Szakosztály vezetőségének a felmentését.

*

Felkérem *Szeless László* tagtársunkat, hogy mint korelnök, szíveskedjen a vezetőségválasztó szakosztályi ülés további irányítását ellátni.

Szeless László korelnök először szavazást kért a jelenlevőktől a lelépő szakosztályvezetőség felmentésére.

A korelnök felkérésére jelenlevők egyhangúlag megadták a felmentést.

Ezután *Horváth Gyula* felolvasta a jelölő bizottság javaslatát az új szakosztályi tisztségviselőkre és választmányi tagokra. Ezt követően megtörtént a szavazás, majd a korelnök szünetet rendelt el.

*

A szünet után hangzott el *Gárdonyi Sándor* előadása, amelyet lapunk más helyén lerövidítve közlünk.

Az előadás után *Horváth Gyula* a szavazatszedő bizottság vezetője ismertette a szavazás eredményét.

Eszerint a leadott 106 érvényes szavazat alapján az alábbi szakosztály vezetőséget választották a küldöttek:

Elnök: *dr. Horváth János*, elnökhelyettes: *Nagy Zoltán*, titkár: *dr. Tardy Pál*, titkárhelyettes: *Szécsi Károly*.

Vezetőségi tagok: *Clement Andor, Éles László, Felföldi Zoltán, Grega Oszkár, Gruber Imre, dr. Károly Gyula, dr. Kismarty Loránd, Kondorai Egon, Lántzky József, Mácsay József, Martin Imre, dr. Pőcze László, dr. Remport Zoltán, ifj. Schmidt György, Schön Péter, Szőke László, Szücs Endre, Temesi Sándor, dr. Tóth János, Varró Kálmán.*

Ezt követően tudomásulvétel végett felolvasást nyert a szakcsoportok és helyi csoportok újonnan megválasztott elnökeinek és titkárainak névsora.

Anyagvizsgáló szakcsoport. Elnök: *dr. Fuchs Erik*, titkár: *Répás Pál.*

Kovács szakcsoport. Elnök: *Latinák István*, titkár: *Buczkó János.*

Tűzállóanyag szakcsoport. Elnök: *Matyus Béla*, titkár: *Bagi József.*

Ózdi csoport. Elnök: *Pohl László*, titkár: *Csépe Ferenc.*

Salgótarjáni csoport: Elnök: *Laczka János*, titkár: *Brezniczki János.*

Dunaújvárosi csoport: Elnök: *Borovszky Ambrus*, titkár: *Szalay Géza.*

Diósgyőri (LKM) csoport. Elnök: *dr. Énekes Sándor*, titkár: *Stehlik László.*

Miskolci December 4. Drótművek helyi csoportja: Elnök: *dr. Imre Imre*, titkár: *Gorondi István.*

Csepeli csoport. Elnök: *Komjáthy László*, elnökhelyettes: *Köves Ferenc*, titkár: *Horváth Gyula.*

KGYV helyi csoport. Elnök: *Farkas Sándor*, titkár: *Lantos István.*

KGMTI helyi csoport. Elnök: *Inokai János*, titkár: *Kézdi Árpád.*

Végül *Szeless László* korelnök megköszönte a szavazatszedő bizottság munkáját és az alábbi zárszóval fejezte be az ülést:

A jelölőbizottság gondos mérlegelése alapján javaslatba hozott új vezetőséget tehát megválasztottuk s így bizalommal nézhetünk a szakosztályi élet egy újabb periódusa elé, melyben éppen úgy, mint eddig is, tevékenységünk központjába iparágazatunk érdekeit fogjuk helyezni.

Vaskohóiparunk fejlesztéséről hosszú évek óta sokat vitatkoztunk és spekulálunk, emellett üzemeink — tárgyi értelemben — ezektől a töprengésektől látszólag szinte függetlenül fejlődnek, bővülnek és gyarapszanak. Ha fejlesztésünk mennyiségi mértékéről időnként hullámzó nézetek is felmerülnek és nyomós okok szükségessé is teszik annak mélyreható vizsgálatát, egy bizonyos, hogy soha sem merült fel kétség minőségi fejlődésünk parancsoló szükségessége iránt. Úgy érzem, hogy egyesületi társadalmi tevékenységünk éppen ezen a területen fejtheti ki leggyümölcsözőbben hatását és adhat legtöbb segítséget az iparág gazdasági és műszaki vezetőinek.

Kívánjuk új vezetőségünknek is a legeredményesebb jó munkát, haladjanak tovább azon az úton, amelyet az előző vezetőség nem kevés sikerrel már kitaposott. A tagság legszélesebb rétegeinek támogatása minden bizonnyal segítségünkre lesz éppen úgy, mint az őket sem elhagyó Jószerencse.

TÁRSAS ÖSSZEJÖVETEL PALACE-SZÁLLÓBAN

Egyesületi hagyományaink szerint a szakosztályvezetőségi ülések után ápr. 21-én este a küldöttek és a meghívott vendégek társas összejövetelen vettek részt.

Az egymástól eléggé elszakadva dolgozó öt szakosztályunk tagjai, főleg pedig az egyes vidéki bánya- és kohótelepeken működő tagjaink részére ezek a három évenként tartott összejövetelek mindig szívesen várt találkozások, amelyen meghitt körben jó hangulatban találkoznak egyesületünk legaktívabb tagjai.

Az ez évi összejövetelt a Palace szálló földszinti és emeleti termeiben tartotta az Egyesület, amelyen kb. 550-en vettek részt. Sokan feleségükkel együtt jelentek meg.

Az összejövetel megnyitásaként hanglemezről elhangzott a bányász és kohász himnusz. Az est fénypontját jelentő hagyományos *Péch Antal* serlegbeszédet ez alkalommal *dr. Gyulay Zoltán* elnökünk tartotta.

A Palace-szállóban tartott társas összejövetelen résztvevő küldöttek egyik csoportja

A *Péch Antal* jubileumra való tekintettel a beszéd teljes szövegét lapunk elején közöljük.

Az OMBKE 62. Küldöttközgyűlése

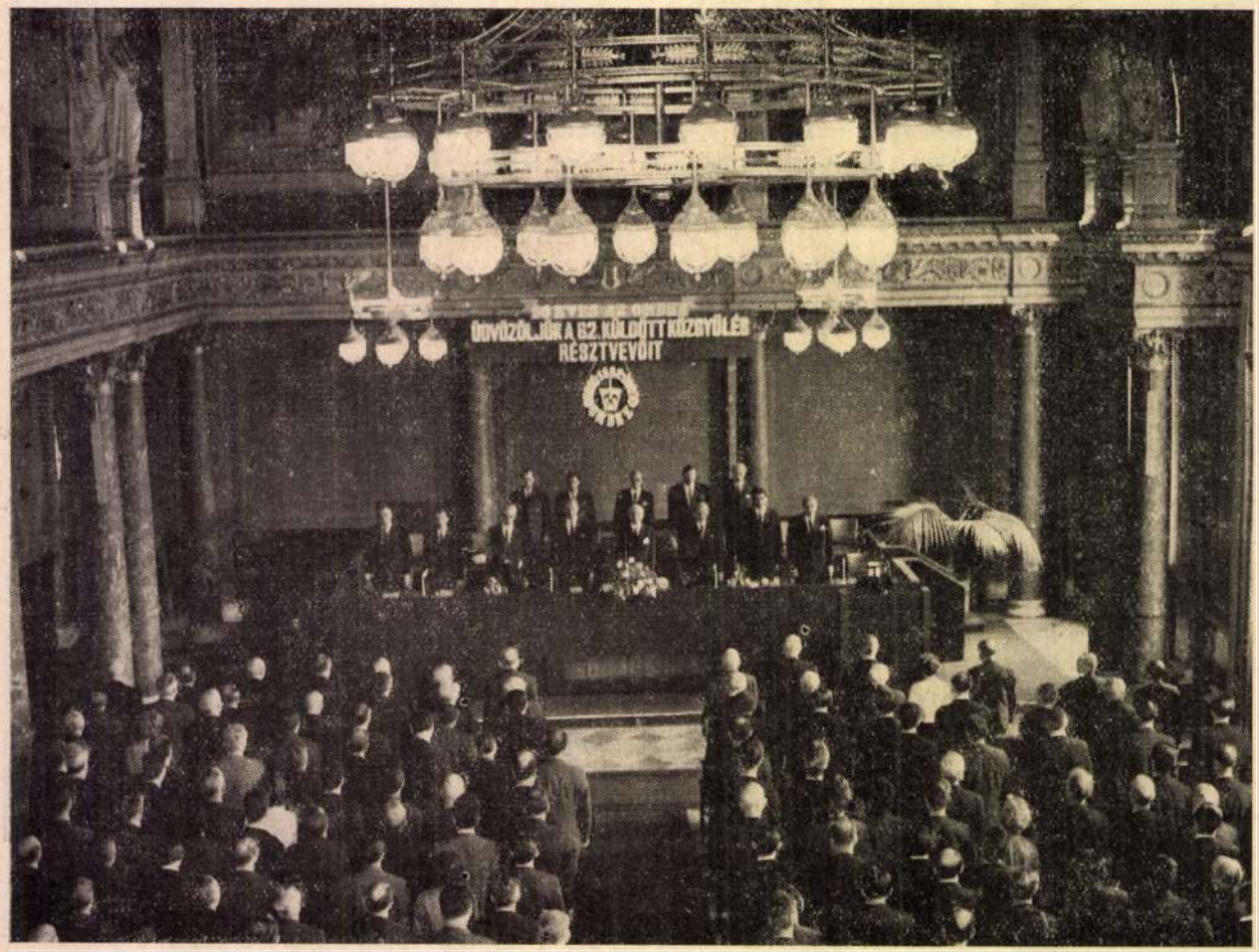
Ápr. 22-én 9 órakor a M. Tudományos Akadémia dísztermében a küldöttközgyűlésre kereken 450 küldött jelent meg. A küldöttek szakosztályonként átvették a beszámoló jelentés anyagát és a közgyűlési emlékplakettet, amelyet az újbányai tűzgép rajza díszít.

Az elnökségben *dr. Gyulay Zoltán* elnök, *Philip Miklós*, a MTESZ-főtitkár helyettese, *dr. Gagyi—Pálffy András*, *Hammer Ferenc*, *dr. Martos Ferenc*, *Tamásy István* és *dr. Verő József* alelnökök, *Lomniczy Dezső* főtitkár, *Moharos Jenő* főtitkárhelyettes, továbbá *Podányi Tibor*, a Bányászati Szakosztály elnöke, *Claus Alajos*, a Vaskohászati Szakosztály képviselője, *Várhelyi Rezső*, a Fémkohászati Szakosztály elnökhelyettese és *Horváth Ferenc*, az Öntödei Szakosztály elnöke foglaltak helyet.

Az elnök a 62. küldöttközgyűlés megnyitásakor üdvözölte a megjelentek közül *Czottner Sándort*, az egyesület volt elnökét, a Bányász Szakszervezet küldötteit, a társegyesületek és a Nehézipari Műszaki Egyetem képviselőit; az Egyesület tiszteleti és alapító tagjait, az arany- és gyémántdiplomás tagokat.

Javasolta a Jelölő Bizottság vezetőjéül *Podányi Tibort*, a Szavazatszedő Bizottság vezetőjéül *Beke Imrét* és a Határozatszövegező Bizottság vezetőjéül *Óvári Antalt*.

Dr. Gyulay Zoltán elnök megnyitja a küldöttközgyűlést



A küldöttközgyűlés elnöksége és résztvevőinek egy csoportja a megnyitó bányász himnusz alatt

A közgyűlés a javaslatokat egyhangúlag fogadta el. Ezt követően az elnök elmondta megnyitó beszédét:

Tisztelt Küldöttközgyűlés, kedves Tagtársak, kedves Vendégeink!

Egyesületünk, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, ez évben újabb, a 80. évét jelentő határkőhöz érkezett. Vessünk egy pillantást a keletkezésére. Mint minden történetnek, az egyesületének is van előtörténete.

Az erdélyi magyar *Szentkirályi Zsigmond* — akinek az emlékére ma emlékérmet alapítunk —, ajánlotta először, 1841-ben, egy társasági egyesület, azaz bányászati kaszinó alapítását a bányászat fejlesztésére — a mai szóhasználattal az információk feltárására, gyűjtésére, cseréjére és terjesztésére — Zalatnán, ahol 1838-tól már egy olvasó társaság működött. Az Orvosok és Természetvizsgálók 1847. évi soproni vándorgyűlésén pedig a besztercebányai *Zipser András* javasolta egy bányászati-földismei egyesület alapítását. Ebből a javaslatból született a szépnevű Magyarhoni Földtani Társulat, a bányászat azonban e javaslatra meg se mozdult. Ezután kétévtizedes csend, az abszolutizmus, az elnyomás csendje következett. Ennek végeztével 1869-ben jelenik meg egy névtelen felhívás a *Péch Antal* szerkesztette Bányászati és Kohászati Lapok második évfolyamában, egy alsómagyarországi bányászati és kohászati egyesület alapítására Selmecen, az ott már régebben működő bányászati és kohászati olvasó egyletből.

Ismét egy évtizedes csend, amit 1880-ban a vesztfáliai tanulmányútjáról hazatért *Kerpely Antal* szakít meg az akkor már általa szerkesztett Bányászati és Kohászati Lapokban, egy türelmetlennek tűnő felhívással a lap olvasóihoz, egy bányászati és kohászati országos egyesület alakítására, három osztállyal: bányászati, vaskohászati és fémkohászati osztállyal. Azt írja tanulmányúti beszámolóját hirtelen megszakítva, hogy „bányászatunk, vas- és fémkohászatunk is egész más lábon állana, ha érdekei fölött őrködő olly egyesülettel dicsekedhetnénk. Egyesüljünk tehát, hogy ismét egy lépést tegyünk előre a mívelődés terén, hogy szavunknak nyomatékot szerezzünk."

De nyomban felhangzik a kétkedés szava: kevesen vagyunk és szétszórtan élünk, inkább a Magyar Mérnök és Építész Egyletben alakítsunk bányászati és kohászati szakosztályt.

A közgyűlés résztvevői beszámolókat hallgatják

Ismét négy év telik el, amikor a Bányászati és Kohászati Lapok szerkesztője, most már *Farbaky István* fordul a lap olvasóihoz azzal a javaslattal, hogy az 1885-ben a budapesti országos kiállítással együtt rendezendő bányászati-kohászati-geológiai kongresszus alkalmából alakítsák meg az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet. *Farbaky*, *Péch* és *Zsigmondy* mindent megtesznek a ügy sikere érdekében, *Péch Antal* készíti el az egyesület alapszabály-tervezetét. A megvalósulás azonban elmarad, mert az alakuló gyűlés nem tud megegyezni az egyesület céljában: a tőke képviselői a tőke érdekeinek képviseletére kívánják az egyesületet felhasználni. *Péch Antal* ezt határozottan utasítja vissza: az egyesületnek nem a tőke, de a bányászat és kohászat általános érdekeit kell szolgálnia.

Az idősek eredménytelenségén megütközik a selmeci ifjúság és 1887-ben tizenkét, 30 év körüli akadémiai tanársegéd és gyakornok megalakítja a Bányászati és Kohászati Irodalom Pártoló Egyesületet. A kezdeti szép lendület azonban lassan lohad, mert nem szerencsés az első elnökválasztás, az idős *Winkler Béni* geológus professzor leköszönésekor maga minősíti magát a vezetésre alkalmatlannak. Ekkor választja az ifjúság elnökéül *Sóltz Vilmos* vaskohász professzort, akinek tetterős és bölcs vezetésével az 580 tagot számláló Bányászati és Kohászati Irodalom Pártoló Egyesület 1892-ben Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületté alakul. Ekkor tehát csak az egyesület címe változott meg, de az alapítók oly hőn óhajtják a nehezen megszülető országos egyesületet, hogy annak megalakulását nem 1887-től, hanem 1892-től számítják.

Az *Alma Mater* megmagyarosodásától két és fél meddő évtized telt el, míg végre megszületett az OMBKE. Pedig a példa ott volt a bányászok előtt: a fiatalabb, magyarabb és mozgékonyabb erdész szak már 1866-ban megalakította az Országos Erdészeti Egyesületet.

Tisztelt Közgyűlés! Az 1892-ben alapított OMBKE 1950-ig megmaradt homogén egyesületnek, jóllehet a szakjaink 1872-ben már különváltak. Csak az egyesület vidéki osztályaiban volt bizonyos mértékű szakosodás. A fejlődés az azóta eltelt fejlődéssel, a szakosztályokra oszlással és a tagság létszámának megnövekedésével oda vezetett, hogy egyesületünk ma lényegileg öt önállóan működő szakosztály keret-egyesülete. A szakosztályaink közötti szakmai kapcsolat ma már nem több, mint bármely szakosztályunk kapcsolata az MTESZ bármely tagegyesületével. A bányászok és kohászok közötti, a közösen eltöltött diákévek alatt kialakult érzelmi kapcsolat pedig, amely egykor erősnek és tartósnak tűnt, ma már jelentős számú évjáratoknál hiányzik, a bányász- és kohászképzés Sopron-Miskolc közti megosztása óta megszűnt. Ezek olyan tények, amelyekkel szembe kell néznünk. Csupán odavetőleg említem, hogy ma már a „szakosztály" szó sem fejezi ki azt, amit ki kellene fejeznie, helyette az MTESZ főtitkára az MTESZ legnagyobb tagegyesülete, a Magyar Agrártudományi

Egyesület mintájára egyesületünknek a „társaság" elnevezést ajánlotta.

Igen tisztelt Közgyűlés! Mindaz, amit egyesületünk megszületése körül a lelkes fiatalok szerepéről mondtam a jubileum ürügyén, valamint amit a szakjaink közti érzelmi kapcsolatok elhalványodásáról említettem, azért mondtam, mert ma egy nagyjelentőségű javaslat kerül a közgyűlés elé, az eddig budapesti központi szakosztály alá tartozott miskolci egyetemi csoport önálló szakosztály-rangú csoporttá alakításáról. A félezer főt meghaladó egyetemi bányász—kohász ifjúság oktatóival együtt élné már egyetemi évei alatt az egyesületi életet, függetlenül az egyetemi szakosodásától. Ez a csoport lesz majdan az egyesület társaságainak fő rezervoárja, magával víve az egyetemi évek alatt kialakult érzelmi — mondjuk inkább társasági — kapcsolatait, erősítve ezzel a bányász—kohász kohéziót.

Bányászok és kohászok együtt többek vagyunk, mint külön-külön lennénk. Történelmileg kialakult egységünket vétek lenne megbontani. De fenntartása érdekében sokkal többet kell tennünk, mint amit eddig tettünk. Az egyetemi csoport önállósításának javaslata ezt célozza.

Igen tisztelt Közgyűlés! Még két jelentős jubileum fűződik 1972-höz. Száz éve, 1872-ben szentesítette az uralkodó az 1867-ben magyarrá vált selmeci Bányászati és Erdészeti Akadémia új szervezetét. Ebben a szervezetben váltak szét az eddig egységes, négy tanéves bányászképzésből a három tanéves bányászati, fémkohászati, vaskohászati és gépészeti-építészeti — akkor szakiskoláknak nevezett — szakok, és ebben a szervezetben nyert külön tanszéket a vaskohászat és a fémkohászat.

Az önálló vaskohászati tanszéket az a műszaki fejlődés tette szükségessé, amely 1855 és 1875 között *Bessemer*, *William Siemens* és *Martin*, majd *Gilchrist* és *Thomas* találmányainak eredményeként, a világ vas- és acéliparát a század második felében hatalmasan előrelendítette. Ezért választották el a kémia és fizika oktatásától a selmeci akadémián 1866-ban a kohászat és kémlészet oktatását, amelynek professzora 1868-tól *Kerpely Antal* lett, a fémkohászat professzorául pedig 1870-ben *Schréder Rezsőt* nevezték ki. A végleges szabályozás az 1872-es új szervezet keretében történt, ekkor nyert kinevezést a vaskohászat és vasgyártás tanszékre a felejthetetlen *Kerpely Kálmán*. Az idén 100 éves tehát a vaskohászati tanszék.

És még egy nevezetes jubileum esik 1972-re. Angliában 1712-ben helyezte üzembe *Thomas Newcomen* az első üzemképes atmoszferikus gőzgépet — tűzgépet — egy szénbánya vízmentesítésére. Ez a nevezetes esemény lett az elindítója a társadalmat átformáló ipari forradalomnak, egy időben hosszan tartó, de hatásában méltán forradalminak nevezett folyamatnak. Alig telt el 10 év és 1722-ben — tehát az idén 250 éve — hazánkban is üzembe helyezték az első tűzgépet Újbányán. Ennek felállítása a kiváló osztrák mérnök, *Josef Emanuel Fischer von Erlach* és az angol *Isaac Potter* nevéhez fűződik. Ez volt a kontinensen a második tűzgép a bányászat szolgálatában; az elsőt egy Liege melletti szénbányában állították fel, amely ugyancsak *Habsburg* — akkor Osztrák-Alföldnek nevezett — területen feküdt.

Az újbányai tűzgépet 1733 és 1736 közt Szélaknán egyszerre négy tűzgép követte. Ezek megindítása után vált jövedelmezővé a bányászat, amely 1741-ben 1 millió forint tiszta jövedelmet adott. A század második felében azután a szélaknai bányahivatal alá tartozó bányák évenként mintegy 11 200 kg ezüstöt és 170—225 kg aranyat termeltek. Ez volt az a páratlanul kedvező környezet, amelyben a selmeci Bányászati Akadémia megszületett.

A nevezetes újbányai tűzgép emlékét idézi rajza a közgyűlési emlékplakettünkön.

És most, a jubileumoknak járó tisztelgés után térjünk a munkára. Küldött közgyűlésünket, közgyűléseink sorában a 62.-et ezennel megnyitom.

*

A tetszéssel fogadott megnyitó beszéd után az elnök felkérte *Lomniczy Dezső* főtitkárt a három éves ciklusról összeállított elnökségi beszámoló elmondására.

Lomniczy Dezső főtitkári beszámolója

Tisztelt Közgyűlés!

Hagyományainkhoz híven Egyesületünk Választmányi Ülésein, Közgyűlésein a beszámolót mindig azzal kezdjük, hogy megemlékezünk az elhunyt tagtársainkról. A legutóbbi 1971. szeptember hó 17-én Várpalotán tartott Választmányi Ülésünk óta 20 tagtársunknak mondtunk utolsó Jó szerencsét.

Angyal Gyula munkaügyi főosztályvezető
Balogh Lajos okl. kohómérnök
Benedek Pál okl. mérnök
Farkas Elemér okl. bányagépészmérnök
Francsics Lajos okl. mérnök
Gruner Ede okl. gépészmérnök
Hirschner József okl. bányamérnök
Dr. Horváth József okl. bányamérnök
Kahle Frigyes okl. kohómérnök
Lakner Ede okl. gépészmérnök
Majerszky Béla okl. bányamérnök
Mészáros Gábor okl. közgazdász
Papfalvi József technikus
Pongrácz Márton okl. közgazdász
Rabb Albert okl. bányamérnök

Lomniczy Dezső főtitkár beszámolóját mondja

Révfalvi János okl. bányamérnök
Sey Tamás okl. bányamérnök
Dr. Stasney Albert aranydipl. kohómérnök, ny. egyetemi tanár
Szele Mihály okl. kohómérnök, ny. egyetemi tanár, tiszteleti tagunk
Sziney József okl. gépészmérnök

Kérem a Közgyűlés résztvevőit, hogy egyperce néma felállással rójuk le kegyeletünket és áldozzunk emléküknek.

Tisztelt Közgyűlés!

A 61. Közgyűlésünk óta eltelt három esztendő egyesületi eseményekben igen gazdag volt. A 80 év előtti egyesületi alakuló közgyűlésen elfogadott alapvető célkitűzés a feladatokra vonatkozóan ma is érvényes és mindig is érvényben marad. „A magyar bányászat és kohászat érdekeinek előmozdítása minden irányban . . ." így szólt és szól ma is ez a célkitűzés. Szakosztályaink, vidéki csoportjaink hasznos munkájában, munkabizottságaink megbízatásában tükröződik ez az alapvető célkitűzés, kiegészítve még a gazdasági életünk aktuális problémáival való foglalkozással, a tagság szaktudásának életbentartásával, hagyományaink ápolásával, az ifjúság széleskörű bevonásával az egyesületi életbe.

Fejlődésünket jellemzi tagságunk létszámának állandó növekedése. Taglétszámunk máig 6300 főre emelkedett, 50 vidéki csoportunk van és elmondhatjuk, hogy tagságunk ma a széles bányászkohász közvéleményt jelenti. Létszámunk az utóbbi 9 év alatt megduplázódott (lásd az 1. mellékletet).

Az új gazdasági mechanizmus bevezetése óta Szakosztályaink ipargazdasági tárgyú tevékenysége is megélénkült. Egyesületi életünk üteme tovább gyorsult és most az a gondunk, hogy ezt a gyorsulást hogyan bírja anyagi helyzetünk, függetlenített apparátusunk, egyesületi helyiség lehetőségeink. Helyes, ha csak annyit vállalunk, amennyit társadalmi aktíváink túlterhelése nélkül el tudunk végezni. Vezető hivatali beosztásban levő tagjainkat egyre nehezebb egyesületi, társadalmi funkcióba jelölni.

A most lezáruló ciklusra két jelentős jubileum esett, melyekről méltóképpen megemlékeztünk.

Az egyik hazánk felszabadulásának 25. évfordulója. A megelőző 61. Közgyűlésünk az alábbi határozatot hozta: „A Közgyűlés szükségesnek tartja, hogy felszabadulásunk 25. évfordulója alkalmából megfelelő formában megemlékezzünk egyesületünk újjáélesztéséről, felmérve egyesületünk eddigi munkáját és további feladatait a szocializmus építésében." Ez a határozat végrehajtást nyert és a felmérés — dokumentum formájában — elkészült az egyes szakosztályok által delegált személyekről alakult munkabizottság szerkesztésében. Ez a dokumentum, mely a lapjainkban is megjelent, vezérfonalat ad egyesületünk további fejlődéséhez.

Felszabadulásunk 25. évfordulójának és egyesületünk újjáélesztésének előestéjén 1970. április 3-án a volt Lónyay utcában (ma Szamuely utca) emléktáblával jelöltük meg azt a házat, ahol egyesületünk székháza volt. Az újjáélesztésben résztvevő tagjainkat — akiket szakmájuk és egyesületünk iránti olthatatlan szeretetük vezérelt, ez alkalomból kitüntettük és melegen ünnepeltük. Az esedékes, Sopronban tartott Választmányi Ülésünkön emlékeztünk meg felszabadulásunk 25. évfordulójáról.

A másik jubileum, amely az elmúlt ciklusra esett, a megemlékezés volt 1970-ben a Felsőfokú bányászati oktatás megkezdésének 200. évfordulójáról. Ez a megemlékezés nemcsak az Alma-Maternak, a Nehézipari Műszaki Egyetem Bánya- és Kohómérnöki Karának, hanem egyesületünknek is bensőséges ünnepe volt.

A 80 éves, hagyományokat őrző és feltáró egyesületünknek ez évben is van kötelessége jubileumi megemlékezésekre. (100 éves a Vaskohászattani Tanszék, illetve az önálló kohászati oktatás.) Ez év június hó 14-én lesz *Péch Antal* születésének 150. évfordulója. Elnökségünk döntése szerint e napon külön ünnepi megemlékezést tartunk Egyesületünkben. *Péch Antal* eszményképe, dísze a bányászkohász társadalomnak. 105 éves lapjaink fejlécén büszkén olvasható „Alapította *Péch Antal* 1868-ban."

Elnökünk a tegnap esti hagyományos serlegbeszédében méltatta *Péch Antal* érdemeit. Ezt szolgálja az Öntödei Múzeumban tegnap megnyílt Péch Antal emlék-kiállítás is.

Június 14-én emléktáblával jelöljük meg az I. kerület Batthány u. 27—29 sz. alatti bérházat, amely annak a háznak a helyén épült, ahol *Péch Antal* lakott. Méltó formában kiadni tervezzük *Péch Antal* életrajzát is, amely már szerepelt egyszer egyesületünk 75 éves és Lapjaink 100 éves jubileumára kiadni tervezett munkák között, *Péch Antal* dédunokája és irathagyatékának őrzője, *Kosáry Domokos* történész tollából. A kézirat nagyobbik fele már korábban elkészült, de a folytatás abbamaradt anyagi és nyomdai nehézségek miatt.

Itt említem meg, hogy a 75 éves jubileumi évkönyvünk kézirata sok nehézséget legyőzve elkészült és a kereken 300 oldalas könyv már nyomdában van és bár a nyomda ez év június 15-re szerződött, a megjelenésre reálisan csak a harmadik negyedév folyamán lehet számítani.

Tisztelt Közgyűlés!

Az öt szakosztályunk ugyancsak hagyományaink szerint a tegnapi napon tartotta Szakosztályi Üléseit, ahol elhangzottak a részletes beszámolók és az iparágaink aktuális kérdéseiről szóló előadások. Ezekből a beszámolókból tűnik ki, hogy mit tettünk. Az egyes Szakosztályok munkájáról a teljesség igénye nélkül számolok be, elsősorban azért, hogy küldötteink és kedves vendégeink átfogó képet kapjanak az öt szakosztály tevékenységéről. Egyik hiányosságunk, hogy egyes szakosztályok alig tudják, hogy mi történik a másik szakosztályban. E célból korábban megpróbáltuk „OMBKE Közlemények" címmel tájékoztatni a tagságot, de csak egy számra futotta erőnkből, pedig ez a MTESZ házi nyomdában gyorsan készülő, csak híreket közlő lap, igen hasznos lenne, mert a három hónapos nyomdai átfutás miatt a lapjainkban közlésre

kerülő egyesületi hírek időközben elvesztik aktualisukat. Az új elnökség figyelmébe ajánlom, hogy a Titkárság rendszeresen gyűjtse össze és közölje az egyesületi híreket.

A *Bányászati Szakosztály*, legnagyobb szakosztályunk munkájában a népgazdaság bányászatára háruló műszaki és gazdasági feladatok megoldását igyekezett elősegíteni az új gazdaságirányítás adta körülmények között.

A Szakosztály vidéki csoportjainak száma 16-ra emelkedett, az egyes szakterületek hatékonyabb művelése érdekében 1970-ben központi robbantástechnikai szakcsoport, 1971-ben Bányajogi Munkacsoport alakult. Ezekkel a bányászat szakcsoportjainak száma hétre emelkedett. A már említett, továbbá a bányamérő, bányagazdasági, bányagépész, bányabiztonsági, bányászattörténeti központi szakcsoportok adták a bázisát annak a szakosztályvezetőségi sikeres törekvésnek, hogy a területileg szétszórt 15 bányavállalat, több hivatal és intézmény szervezetéhez tartozó tagság tevékenységét eggyé kovácsolja, szorosan összefűzze. Külön kiemelést érdemel a Bányagazdasági Szakcsoport gazdasági szabályozók témájú anket-sorozata, amely minden vidéki csoport témavitáját három vidéki centrumban (Veszprém, Miskolc, Pécs) területileg összesítette, majd Oroszlányban országos szinten tetőzte be. Az itt hozott határozatokat és javaslatokat Egyesületünk a MTESZ, a SZOT és a Bányász Szakszervezet főtitkáraihoz terjesztette támogatás, illetve a Kormányhoz való továbbítás céljából.

Meg kell említeni a Szakosztály három nemzetközi konferenciáját is; az 1969. évi, a Fémkohászati Szakosztállyal együtt rendezett ICSOBA Konferenciát, ahol a Bauxitbányászat Szekcióban 14 külföldi és 9 magyar előadás hangzott el.

1970-ben rendezték a VI. Magyar Bányavízvédelmi Konferenciát, a Magyar Tudományos Akadémia és a Bányászati Kutató Intézettel közös rendezésben.

1971. évben rendezték a III. Bányászati Automatizálási konferenciát, az ICAMC-ot, ahol 32 külföldi és 12 magyar előadás mutatta be európai szinten az automatizálás bányászati eredményeit.

Kétévi alapos szervezési munka alapján alig hat hét múlva kerül megtartásra a II. Nemzetközi Bányamérési Konferencia, amelyre a világ minden tájáról érkeznek a szakemberek, hogy 110 külföldi és 10 hazai előadás keretében, 5 témakörben vitassák meg a bányaméréssel összefüggő kérdéseket.

Már mutatkoznak az eredményei a Szakosztály azon törekvéseinek, hogy a nehéziparon belüli bányászat mellett a teljes körű magyar bányászat egységes társadalmi összefogója legyen. Vidéki csoportjaiba több egyéb (elsősorban kő- és kavics) bányászati területen dolgozó szakember lépett be.

A Szakosztály eredményes munkát végzett a példamutató elődök és a múlt feltárásában és megörökítésében.

1969-ben *Zsigmondy* Margit-szigeti kútján emléktáblát avattunk. 1971-ben egésznapos ünnepség keretében emlékezett meg a Bányászati Szakosztály Zsigmondy Vilmos születésének 150. évfordulójáról.

A Szakosztály tett javaslatot az Elnökségnek *Delius Traugott Kristóf*, *Szentkirályi Zsigmond* és *Debreczeni Márton* bányász-kohász elődeink emlékére egyesületi érmek veretésére. Nevezettek munkásságát a Közgyűlésre kiadott írásos melléklet részletesen ismerteti.

A tagság áldozatkészségével a Szakosztály Vezetősége könyv-alapot létesített *Delius* 1773-ban megjelent „Bányaműveléstan"-ának kiadására, melynek szedése a Bányászati Kutató Intézet nyomdájában folyamatban van.

A Szakosztálynak kiemelkedően jó, és tervszerű a kapcsolata a lengyel bányász testvéregyesületekkel, erősödik a kapcsolata a bolgár kollégákkal és most jött létre együttműködési szerződés a csehszlovák egyesülettel.

A *Kőolaj-, Földgáz és Vízszakosztály* volt létszámban a legjobban növekvő szakosztály. Három év alatt a Szakosztály létszáma 380-ról 820 főre növekedett. A Szakosztály rendszeresen folytatta a hagyományos vándorgyűlések szervezését, igen változatos témákban. Az 1969. évi tavaszi Siófokon tartott vándorgyűlés témája „Elektronikus adatgyűjtő rendszerek és számítógépek alkalmazása az olajiparban". Az 1969. évi őszi vándorgyűlés, melyet Sopronban tartottak „A Kőolaj és földgázbányászat műszaki fejlődése", az 1970. évi egri vándorgyűlés „A Kőolajipar biztonságtechnikai kérdéseivel" foglalkozott.

A konferenciával egyidejűleg nagyszabású kitörésvédelmi bemutatót is tartottak Algyőn.

Az 1971. évi XII. Vándorgyűlés Keszthelyen „Mérés és Automatizálás a Kőolaj és földgázbányászatban" témával foglalkozott. A hagyományos vándorgyűléseknek már nemzetközi híre van. 1969-ben 200 hazai résztvevőt számláltak, a legutóbbin Keszthelyen pedig 350 fő hazai résztvevő mellett már 100 fő külföldi szakember is hazánkba látogatott.

Az egyre növekvő hazai és külföldi érdeklődés fejlődő kőolaj és földgáz-bányászatunk és a szakosztály eredményeinek bizonyítéka. A Szakosztály külföldi kapcsolatai jelentősen fejlődtek, igen bensőséges a szomszédos jugoszláv kollégákkal való kapcsolatuk. A szovjet és NDK testvéregyesületekkel is igen szoros az együttműködésük. A Szakosztály az olajipari vállalatok KISZ-szervezete részére nagy érdeklődés mellett szakmai vetélkedőt bonyolított le, 18 vállalat csapatának részvételével. Részletes felmérést végeztek a fiatal műszakiak helyzetéről és ezzel kapcsolatos javaslataikat a kőolajipar vezetőihez eljuttatták.

A *Vaskohászati Szakosztály* tevékenységét az elmúlt három év alatt többek közt az alábbi célkitűzések határozták meg: a vezetőség fordítson fokozott figyelmet a helyi csoportok és szakcsoportok munkájára. Törekedni kell a fiatalság aktivizálására és erőteljesebb bevonására az egyesületi munkába. Növelni kell a szakmai konferenciák színvonalát. Minden támogatást meg kell adni szaklapuknak, a Kohászatnak, ápolni és erősíteni kell a társszakosztályokkal meglevő kapcsolatokat. Ezek a feladatok jól kapcsolódtak az MSZMP Központi Bizottságának 1969-ben megfogalmazott útmuta-

tásaihoz, amelyek a MTESZ és a tagegyesületek munkájának továbbfejlesztését célozták. Alapvető szempontnak tekintették továbbá — a korábbi évekhez hasonlóan —, hogy a Szakosztály munkája összhangban legyen az iparág feladataival, célkitűzéseivel. E cél érdekében a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés vezetőségével együttműködve, megalakították a Hengerlési és Acélgyártási Szakbizottságot. Folyamatban van a Nyersvasgyártó Szakbizottság megalakulása is. A Szakbizottságok aktuális feladatait az iparági vezetés, illetve az egyes kohászati nagyüzemek tűzik ki. Ily módon lehetővé válik, hogy tagságunk nagy jelentőségű kérdésekben hallassa szavát, állást foglaljon és ezáltal az egyesület társadalmi-szakmai súlya jelentősen növekedjék.

A Szakosztályi üléseken program szerint valamelyik nagyobb vidéki csoport vezetősége tartott beszámolót, melyeket élénk vita követett és ennek alapján a csoport munkáját értékelő és munka javítását célzó határozati javaslatok születtek. Általános tapasztalat volt, hogy ott tud legjobban, célkitűzéseinek legmegfelelőbben működni a tagság, ahol a gazdasági vezetéssel jó a kapcsolat. Ez esetben — amint azt néhány helyi csoport példája bizonyítja — általában az igen elfoglalt vezetők is aktív részt vállalnak az egyesületi munkában.

Az újonnan választott szakosztályi és helyi csoport vezetőségek feladata — és ez a többi szakosztályra is vonatkozik —, hogy ezt az egyesület számára igen fontos kölcsönhatást mindenütt ápolja és erősítse.

Örvendetesen fejlődött a szakmai nagyrendezvények színvonala. A Szakosztály hat központi nagyrendezvényt szervezett a három év alatt (V. és VI. Anyagvizsgáló konferencia, III. Országos Hengerész Konferencia, III. Tűzállóanyagipari Konferencia, Nagytisztaságú Acél konferencia, III. Vaskohászati Hidegalakító Konferencia).

Külön kell megemlíteni az 1970. júniusában tartott Nagytisztaságú Acél konferenciát, amelyet a Szakosztály az angol és francia társegyesületekkel, valamint a Vasipari Kutató Intézettel közösen rendezett. Ezen a Konferencián Európa csaknem minden nemzetközileg híres metallurgus szakembere résztvett, illetve előadott. A konferencia értékes anyagát három kötetben, eredeti nyelveken adtuk ki. Az angol egyesület jónevű közleményei sorozatában nemrég jelentette meg a teljes anyagot.

A Szakosztály együttműködött más egyesületekkel is, így a GTE Anyagvizsgáló Szakosztályával közösen szervezett anyagvizsgáló konferenciákat, mely rendezvényeknek váltakozva volt főrendezője a két egyesület.

A Szakosztály nemzetközi kapcsolatai a hagyományos, lengyelekkel kiépített kapcsolatokon kívül bővültek éppen a Nagytisztaságú Acél Konferencia eredményeképpen az angol és francia társegyesületekkel. Javítottuk az egyesületközi kapcsolatokat a Düsseldorf-i Verein Deutscher Eisenhüttenleuteval. Kezdeményező törekvéseik ellenére sem kielégítő a kapcsolat az NDK, csehszlovák, jugoszláv, szovjet és bolgár társegyesületekkel. Ennek elsődleges oka az illető országok kohászati egyesületeinek szervezeti helyzete. Remény van arra, hogy az NDK-beli és szovjet társegyesületekkel sikerülni fog a kapcsolatok javítása. Hasonlóképpen együttműködést kíván kiépíteni a Szakosztály a szomszédos Ausztria kohászati egyesületével.

A szakosztály csatlakozott azokhoz a törekvésekhez, amelyek egyesületünk elnökének felszólalása nyomán az egyesületi élet korszerűsítésére és a tagság aktivizálására irányultak. Ebben a kérdésben a Szakosztály több javaslatot dolgozott ki, melyeknek megvalósítása ez ideig csak részben sikerült.

A *Fémkohászati Szakosztály* az előző Közgyűlés óta az egyesület egészének fejlődésével arányosan bővült. Minthogy a Szakosztály ipari bázisa mind iparvezetési, mind pedig szakmai szempontból többfelé tagozódó, ügyesen, a korábbi centralizált szervezetének Szakcsoportok szerinti átalakítását hajtotta végre és ez a szervezeti átalakítás helyes elgondolásnak bizonyult. A Szakcsoportok önálló tevékenysége nagyobb lehetőséget nyújtott a fémkohászat területén dolgozó szakemberek számára a szakosztályi munkába való bekapcsolódásra. A Szakosztály keretében hat szakcsoport működik: Timföldgyártási, Alumíniumkohászati, Alumíniumfélgyártmány-gyártási, Színesfémkohászati, Nemesfém, és Ipargazdasági Szakcsoport.

A Fémkohászati Szakosztály legnagyobb rendezvénye a már említett ICSOBA Nemzetközi Konferencia volt. Ezen a Konferencián a nemzetközi szervezet tevékenységét az alapítólevelében szereplő bauxitbányászati és timföldgyártási témakörön túl javaslatunkra kibővítették alumíniumkohászati témakörre is és távlati tervünk az, hogy kibővítsük alumíniumgyártási profillal is, és ezáltal a szépen fejlődő nemzetközi szervezet az alumíniumipar teljes vertikumát képes lesz átfogni. A nagy sikerű konferencia után az egyes országokban megalakultak a külön nemzeti bizottságok, így hazánkban is. A két évvel ezelőtt alakult ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottsága egyesületünk keretében működik és szakosztályokon kívül, közvetlenül az Elnökség alá tartozik. Szakmai programja igen gazdag és egyezteti a Szakosztály munkatervével. Így Ajkán, Almásfüzitőn, Mosonmagyaróváron és Inotán rendezett közös szakmai programot a Fémkohászati Szakosztállyal. Ugyanitt Tapolcán szervezett és a jövő hónapban Iszkaszentgyörgyön is szervez szakmai programot közösen a Bányászati Szakosztállyal. A múlt év szeptemberében az ICSOBA magyar bizottsága az alumíniumipari szakemberképzés tárgyában rendezett kétnapos ankétot a Veszprémi Egyetemen, amely alkalommal *Dr. Polinszky Károly* művelődésügyi miniszterhelyettes előadásában az egész magyar felsőoktatás kérdéseit elemezte.

Az ICSOBA következő nemzetközi konferenciája 1973-ban lesz Nizzában, amely alkalommal Dobos György alelnökünk — aki az ICSOBA nemzetközi elnöke — fog beszámolni az ICSOBA 4 esztendős munkájáról. Nagy megtiszteltetés a magyar alumíniumipar számára, hogy a nemzetközi szervezet elnöki tisztségét hazánkfia tölti be, hiszen a világszervezetben a világ vezető, nagy alumíniumipari vállalatainak képviselői vesznek részt.

Visszatérve a Fémkohászati Szakosztályra, igen jelentős nagyrendezvény volt a „Finomkohászati

anyagok előállításának elméleti és gyakorlati kérdései" című konferencia, amit a szakosztály a Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézetével és a Csepeli Fémművel közösen rendezett 1970 októberében.

Ez évben ismét nagyrendezvényre készül a szakosztály, irányelveinknek megfelelően vidéken, Székesfehérvárott kerül megrendezésre az alumíniumkonferencia, a Könnyűfémmű helyi csoportjának szervezésében. A konferencia iránt a külföldi jelentkezések alapján már most nagy az érdeklődés. A konferenciát a város alapításának ezeréves jubileumi ünnepségei keretében tartják.

Az *Öntödei Szakosztály* jó munkáját jellemzi, hogy vezetősége igen pontosan betartott terv szerint ülésezett, rendszeres üléseit gyakran vidéken egy-egy öntödei csoportnál rendezte. A helyi csoportok egy-egy szakterületen országos rendezvényeket tartottak. Ezek közül kiemelkednek az évente tartott soproni temperöntési és mintakészítési napok, a forrószeles kupolók kérdéseivel foglalkozó kecskeméti konferencia, a munkaegészségügyi problémákat megvitató csepeli konferencia, az Öntödei vállalati csoport rendezte skandináv öntőnapok.

Kiemelkedő eseménye volt a hazai öntészetnek az 1969-ben rendezett V. és 1971-ben rendezett VI. Öntőnapok. Az utóbbi a járműipar fejlesztéséből adódó öntészeti feladatok megoldásával foglalkozott, és témájánál fogva Győrben rendezték. Örvendetes, hogy a szakmai rendezvények mellett, azokhoz csatlakozva igen sok társadalmi jellegű összejövetelt is rendeztek. Igen hasznos és eredeti munkát végez e tekintetben is az Öntödei Múzeum.

Elnökségünk határozatainak szellemében az Öntödei Szakosztály felmérte a különböző szintű szakmai továbbképzés igényeit és igen nagy érdeklődést kiváltó mérnök, technikus továbbképző tanfolyamokat szervezett, nagyon aktív vállalati támogatással. A Szakosztály tagjai részt vettek az ágazat IV. 5 éves tervének megvitatásában és hasznos javaslatokkal sürgették az öntvénygyártás problémáinak megoldását.

A Szakosztály tovább bővítette nemzetközi kapcsolatait. Jelentős részt vállal az Öntéstechnikai Egyesületek Nemzetközi Szövetsége munkájában. Minden évben részt vettek a nemzetközi öntőkongresszuson. Rendszeres munkát végeznek a nemzetközi szervezet hét munkabizottságában. Ezen bizottságok közül 1971-ben három Magyarországon tartotta ülését. A következő ülésen az USA-ban Philadelphiában is résztvett a Szakosztály. A nemzetközi szervezetben végzett aktív munka alapján egyesületünk megkapta az 1978-ban rendezendő nemzetközi öntőkongresszus szervezési jogát. Ez nagyon megtisztelő feladat, 1000 külföldi résztvevővel kell számolnunk, ennek sikeres lebonyolítása nagy felelősséget jelent nemcsak a Szakosztálynak, hanem az egész egyesületünk számára.

Tisztelt Közgyűlés!

A következőkben röviden *szakfolyóirataink* értékelésével kívánok foglalkozni annál is inkább, mert alapszabályunk szerint is egyesületünk egyik legfontosabb feladataként kell tekintenünk a szakirodalom ápolását.

(Lapjaink példányszámának növekedését a kiadott 8. sz. melléklet tartalmazza).

A *BKL-Bányászat* Szerkesztő Bizottsága igen tervszerűen dolgozik, a még 1969-ben megjelent lapfejlesztési tervét következetesen végrehajtja. A Bányászati Szakosztály vezetőségi üléseinek rendszeresen megtartott értékelései megállapították, hogy a szerkesztési irányelvek tükrözik az olvasók kívánságait.

Mik a jellemzői a lap örvendetes fejlődésének? A lapfelelősi hálózat kiépítése a vidéki csoportoknál — az üzemi szakemberek fokozódó aktivitása a cikkírás terén, ezáltal több üzemi eredményt sikerült ismertetni. — A szerkesztő bizottság céltudatos felkérései meghatározott témájú cikkek megírására, hogy a legaktuálisabb kérdések kerüljenek a lap hasábjain ismertetésre. A Szerkesztő Bizottság törekvése, hogy egyesületünk jelentős százalékát kitevő technikusi létszám igényének fokozottabb kielégítését is előirányozta. A szakírói gárda fokozott elismerését jelenti a múlt évben először és az idén másodszor kiosztott nívódíjak. Mindent egybevetve mai közgyűlésünkön a BKL-Bányászat általános, töretlen fejlődését állapíthatjuk meg. Megállásnak, önelégültségnek természetesen nem lehet helye a további munkában sem. A fejlődés továbbvihető és ennek biztosítéka az a jól bevált és hasznos szokás, hogy a szerkesztő bizottság negyedévenként gyakorolja ülésein a megjelent lapszámokkal kapcsolatban a belső önkritikát. Az ebből leszűrt következtetések a további szerkesztés irányt űjeként szerepelnek.

A *BKL-Kohászat* fejlődése is pozitív. A lapban mind a három kohász szakosztálynak megvan a külön önálló része. Számottevő haladás, hogy túlsúlyban vannak a vidéki szerzők és a fiatalok. A lap a vaskohászat időszerű problémáinak valóban a vitafóruma. A fémkohászati rovat rendszeresen közli az ICSOBA eredményeit és az Egyetemről a Fémkohászattani Tanszék közleményeit. Ismerteti a jeles diplomaterveket és ezzel iniciálja a végzett fiatal mérnököket, hogy a lap cikkírói közé kerüljenek. Van is rá példánk, hogy a legutóbb közölt diplomatervek egyik szerzőjének idén már értékes üzemi cikke jelenik meg a lapban.

A Kohászat-ot külföldön is jól jegyzik. A Chemical Abstract, amely a világ 14 000 szaklapját rendszeresen figyeli, rangsorolta a lapokat és lapunkat az első ezerben — ismétlem 14 000 lap közül — előkelő helyre sorolta, nem sokkal a Stahl und Eisen mögött és a Freiberger Forschungshefte elé. Hiányosság azonban, hogy az eddigi szerkesztő bizottságnak csak egy része jelent meg rendszeresen a szerkesztő bizottsági üléseken.

A BKL-Öntöde fejlődése is töretlen. Nagyon sok üzemi cikket közöl és emellett beszámol a jelentős külföldi konferenciákról és hazai eseményekről. Az utóbbi azért is értékes tevékenység, mert ha majd húsz év múlva egyesületünk 100 éves jubileumát ünnepli, szerepünk, tevékenységünk megítéléséhez elsősorban az marad meg, amit lapjaink megírnak.

A *BKL- Kőolaj és Földgáz* című lapunknak nemcsak példányszáma, hanem témaköre is egyre bő-

vül. A kőolaj- és földgázbányászat, valamint a kőolajfeldolgozás valamennyi területét és újabban a mélységi vizek kutatásának és feltárásának kérdéseit is felöleli. Színesek a lapban közölt hírek, könyvismertetések, megemlékezések.

Külön említésre méltó, hogy a lap 1969-től évenként, az év végén megjelenő külön számot ad ki — legutóbb már 130 oldalon —, s ez a különszám a világ kőolaj és földgázbányászatában elért fejlődésről ad számot a teljes világ-szakirodalom kritikai feldolgozásával.

A Freibergi Bányászati Akadémia mélyfúrási és olajtermelési tanszéke szakembereinek bevonásával szerkesztett, s a világ szakirodalmában szinte egyedülálló az OKGT anyagi támogatásával 1300 példányszámba megjelentetett összefoglalás 1971-ben pl. 61 külföldi folyóirat, illetve előnyomat anyagát dolgozta fel, 1403 irodalmi hivatkozást tartalmaz és német nyelven is megjelenik.

Most, mikor a lapok szerkesztőségeinek munkáját megköszönöm, ismét kérem, hogy szerkesztési munkájukban továbbra is tartsák szem előtt, hogy az utókor számára elsősorban az marad meg Egyesületünk munkájáról, ami a lapokban megjelenik.

Külföldi kapcsolatainkról már az egyes szakosztályoknál beszámoltam. A számszerű növekedést szemlélteti, hogy 1969-ben a kiutazók száma 262 fő volt, 1970-ben 350, 1971-ben pedig 298 fő volt és 182 külföldi vendég szakember járt nálunk. A tavalyi évben a csökkenés tervszerű volt.

Tisztelt Közgyűlés!

Az ifjúság helyzetével régóta foglalkozik egyesületünk, de sajnos nem eleget. Már 1958-ban nagy ünnepélyes határozat született „Arccal most már komolyan az ifjúság felé". Az MSZMP Központi Bizottságának már többször említett levele, amely a MTESZ és tagegyesületeinek feladataival foglalkozik, javasolta, hogy az egyesületek foglalkozzanak az ifjúság minél eredményesebb bekapcsolásával az egyesületek életébe. Egyik legutóbbi elnökségi ülésünk végre határozatot hozott az ifjúság egyesületi helyzetével kapcsolatban. A határozatot megelőzte egy közvéleménykutató felmérés, amelyet számítógéppel is kiértékeltünk. Döntöttünk, hogy központi munkabizottságként ifjúsági bizottságot kell létrehozni, amelynek az elnökség részére évente értékelő jelentést kell adnia. Határozat született az egységes egyetemi csoport megszervezéséről. Az egyetemi eredetileg egységes helyi csoport külön bányász és kohász csoporttá forgácsolódott, s bár már 1966-ban kérték az egységes egyetemi csoport megalakítását, az erre vonatkozó elnökségi határozat csak nemrég született meg. Ebben a kérdésben súlyos önkritikát kell gyakorolni, hiszen egyesületünk fiatal tagságáról és leendő vezetőiről van szó. A határozat a lapjainkban meg fog jelenni, csupán a lényeget kívánom elmondani. Az egyetemi csoport teljesen önálló, nem tartozik a Szakosztályokhoz, hanem közvetlen az elnökség irányítása alatt áll és költségvetését külön soron kell előirányozni. A csoport munkájának legfelsőbb támogatását az egyik alelnök, közvetlen irányítását pedig az egyesületi főtitkárhelyettes látja el. Mind az öt szakosztály vezetőségi üléseire az egyetemi csoport képviselője is meghívandó. Ténylegesen voltaképpen az egyetemi csoport a jövőben mintegy külön szakosztály fog működni. Ez a határozat nagyon későn született, de jó ajánlás lesz a ma megválasztandó új elnökség felé, hogy az ifjúság egyesületi helyzetét állandóan kísérje figyelemmel.

Jelentős nagyrendezvényeinkre eddig is meghívtunk az egyetemi csoportból 4—5 főt és a tegnapi szakosztályi üléseken, s jelenleg is körünkben üdvözölhetjük az ifjúság képviselőit.

Úgy érzem szólnom kell az alapszabály kérdésről is. Jelenleg érvényes alapszabályunk az 1958. május 17-i közgyűlés határozata alapján született. Az alapszabály szövegét bizonyos módosítások után az 1966. ápr. 15-i közgyűlés fogadta el. 8 év telt el tehát a mai alapszabály összeállítása és végleges elfogadása között. Ez az alapszabály elévült, s napirendre kell tűzni alapszabályunk módosítását. Ehhez kedvező alkalom, sőt szükségszerű alkalom, hogy a MTESZ közgyűlése május 5-én és 6-án szavaz az új MTESZ alapszabály fölött, amelyet gondos előkészítés, sok vita előzött meg és amely mintául szolgálhat a mi alapszabályunknak is. Bele kell vennünk az új alapszabályunkba pl., hogy évente vagyunk kötelesek küldöttközgyűlést tartani, mert erre törvényerejű rendelet van. A MTESZ most jóváhagyásra kerülő alapszabályában az egészség jele, hogy a választott tagok egyharmada ciklusonként visszalép. Ilyen szabályozás nélkül elkerülhetetlen a szervezet elöregedése. Mai alapszabályunkat az élet túlhaladta, több paragrafusa elavult és nem is aszerint cselekszünk minden alkalommal. Az alapszabály-módosítás az utánunk következők nem kis gondja lesz.

Anyagi helyzetünkről a Számvizsgáló Bizottság elnöke fog beszámolni, de a jogi tagdíjak kérdését megemlítem. Amióta egy PM rendelet lehetővé teszi jogi tagdíjak fizetését, anyagi létünknek ez a legfontosabb alapja. A Kőolaj-, Földgáz és Víz Szakosztály, valamint a Fémkohászati és az Öntödei Szakosztályok mögött álló vállalatok kb. a PM által engedélyezett felső összeghatárt fizetik, a Vaskohászati Szakosztály közel az alsó és felső összeghatár átlagát hozza. A Bányászati Szakosztály mögött álló bányavállalatok azonban 263 600 Ft-tal kevesebbet fizetnek, mint a PM engedélyezte alsó és felső összeghatárok átlaga. A jogi tagdíj bizonyos mértékben az iparág részéről a megfelelő szakosztály munkája megbecsülésének, munkája értékelésének a jele is, jó lenne, ha a jogi tagdíjban nem lenne különbség a szakosztályok között.

Végül egy nagy gondunkról kívánok beszámolni, ez egyesületi helyiségünk kérdése. A televízió terjeszkedése miatt két éve költöztünk jelenlegi helyiségeinkbe, amelyek most is szűkek és nem elégítik ki igényeinket. Nemrég végleges döntés született a MTESZ és egyesületeinek elhelyezéséről, mely szerint új székház helyett a Kossuth Lajos téren épülő Kereskedelmi Kamara székházában kap egyesületünk is helyet. Ebben az épületben annyi hely jut nekünk, hogy a Titkárság dolgozóinak elhelyezése biztosított lesz kb. 90 m^2-nyi alapterüle-

ten. Ezenkívül előadótermek, munkabizottsági helyiségek lesznek, amelyeket időbeosztás szerint a többi egyesületekkel közösen vehetünk igénybe. Ez a rövidesen bekövetkező új helyzet gondot fog jelenteni az új vezetőségnek, de biztos vagyok benne, hogy ezen gondokon úrrá lesz, hiszen a legutóbbi elnökségi ülésünkön is elhangzottak olyan felajánlások, hogy rendezvényeinket a szakmailag illetékes vállalatok termeiben rendezhetjük meg és folytatjuk azt a meglevő törekvésünket, hogy nagyrendezvényeinket jelentős vidéki ipari centrumokban szervezzük meg.

Még a nagyon közeljövőben — hónapokon belül — meg kell oldanunk értékes könyvtárunk elhelyezését is. Tekintettel a költözködés valószínű közeli időpontjára, a legelőször megoldandó kérdés, hogy helyet találjunk könyveinknek, mi legyen a sorsa folyóirattárunknak. Az új helyen beépített bútorok lesznek és nem lesz mód a vitrinekben őrzött emlékeink, továbbá szobraink, festményeink elhelyezésére sem. Törekedni kell ezek megtartására, átmeneti elhelyezésére, abban a biztos reményben, hogy javuló gazdasági helyzetünk, és jogi tagvállalataink további áldozatos támogatásával lehetővé válik, hogy nagymúltú egyesületünk végleges otthonra találjon és ne nehezítse egyesületi életünket a gyakori költözés, mert ha jól számolok, már a hetedik költözés előtt állunk. Nem kívánom a kérdést dramatizálni és józanul szembe kell néznünk az új helyzettel.

Tisztelt Tisztújító Küldöttközgyűlés!

A három év előtti küldöttközgyűlésen elhangzott javaslatnak eleget téve, mely szerint Közgyűlésünk alkalmából — amikor egyesületünk színe-java Budapesten összegyűlik — helyezzük el az emlékezés koszorúját nagyjaink sírjánál, illetve szobrainál, — megkoszorúztuk *Soltz Vilmosnak* a Kerepesi temetőben levő sírját, valamint *Zsigmondi Vilmosnek* a Városligetben és *Péch Antalnak* az Öntödei Múzeumben levő szobrát.

Végéhez érve beszámolómnak, megköszönöm az Egyesület vezetőinek, aktiváinak és tagjainak munkáját, a Titkárság közreműködését, és ki szeretném fejezni egyesületünk elnökségének köszönetét az ipar vezetőinek, az intézmények, vállalatok igazgatóinak, akik állandóan erkölcsi segítséget és anyagi támogatást nyújtottak munkánkhoz, és ezzel is elősegítették egyesületi célkitűzéseink megvalósítását.

Köszönöm vendégeink és küldötteink megjelenését és szíves türelmét, kérem a Közgyűlést, hogy beszámolómat fogadja el.

*

A főtitkár beszámolója után az elnök *dr. Trethon Ferencet* a Számvizsgáló Bizottság vezetőjét kérte fel beszámolója elmondására.

A SZÁMVIZSGÁLÓ BIZOTTSÁG JELENTÉSÉNEK ÖSSZEFOGLALÓJA AZ EGYESÜLET 1970/71. ÉVI GAZDÁLKODÁSÁRÓL

A Számvizsgáló Bizottság utoljára az Egyesület 1969. évi gazdálkodásáról nyilvánított véleményt és készített tájékoztatót az 1970. év folyamán tartott választmányi ülés részére.

Erre való tekintettel a közgyűlésnek most az 1970/71-es év pénzügyi helyzetéről számolunk be.

Az elmúlt két évet, hasonlóan az előző időszakhoz, a kiegyensúlyozott financiális körülmények jellemezték. Ebben a vonatkozásban nem annyira a forint pontosságú adatok, hanem mind a

1. melléklet

Az OMBKE taglétszámának megoszlása szakosztályonként, — Budapest—vidék szerint
61. Közgyűlés 1969.

Szakosztály	Összesen fő	Budapest		Vidék		%-os megoszlás
		fő	%	fő	%	
Bányászati	2442	270	11,1	2172	88,9	52,3
Vaskohászati	974	320	32,9	654	67,1	20,8
Fémkohászati	488	208	42,6	280	57,4	10,5
Kőolaj-, Fg. és Víz	362	100	27,6	262	72,4	7,7
Öntödei	466	230	56,7	176	43,3	8,7
OMBKE összesen	4672	1128	24,1	3544	75,9	100,0

62. Közgyűlés 1972.

Szakosztály	Összesen fő	Budapest		Vidék		%-os megoszlás
		fő	%	fő	%	
Bányászati	2910	291	10,0	2619	90,0	47,6
Kőolaj-, Fg. és Víz	761	213	28,0	548	72,0	12,4
Vaskohászati	1227	400	32,6	827	67,4	20,1
Fémkohászati	632	240	38,0	392	62,0	10,3
Öntödei	584	321	55,0	263	45,0	9,6
OMBKE összesen	6114	1465	24,0	4649	76,0	100,0

2. melléklet

Az OMBKE taglétszámának megoszlása képzettség, ill. munkaterület szerint

Képzettség	1969		1972	
	fő	%	fő	%
Egyetemi végzettségű	2861	61,2	4025	65,8
Felsőfokú technikum vagy ennek megfelelő	214	4,6	395	6,5
Technikumi, ill. más középfokú	1597	34,2	1694	27,7
Összes egyesületi tag	4672	100,0	6114	100,0

Munkaterület megnevezése	1969		1972	
	fő	%	fő	%
Vállalatnál, termelő üzemnél	3849	82,4	4775	78,1
Kutató-, tervező intézetben	407	8,7	597	9,8
Állami apparátusban	80	1,7	152	2,5
Oktatási intézményben	112	2,4	211	3,4
Egyéb (nyugdíjas és egyetemi hallgató)	224	4,8	379	6,2
Összesen	4672	100,0	6114	100,0

bevételeknél, mind a kiadásoknál tapasztalható kedvező tendencia tarthat számot érdeklődésre.

Az Egyesület pénzügyi tervezése egészében véve reálisnak minősíthető. A részletek elemzése kapcsán azonban megállapítható, hogy az előirányzatok összeállítása terén további fejlődésre van szükség. Ennek előfeltétele, hogy az egyes szakosztályok alapadat-szolgáltatása az eddigieknél megalapozottabb és előrelátóbb legyen. Szükséges továbbá, hogy az Egyesület gazdasági vezetése a benyújtott ezirányú információk felett a résztervek szintézisének kialakításakor fokozott intenzív felülvizsgálatot gyakoroljon.

Egyesületünk bevételei két nagy részre oszthatók (lásd a 3 mellékletet):

Az első csoportba tartoznak azok a tételek, amelyek a rendezvényekkel összefüggésben jelentkeznek — s lényegében a kiadások kompenzálását célozzák. Ezzel kapcsolatban meg kell említeni azt a fontos kedvező körülményt, hogy rendezvényeink önfinanszírozók és többletbevételt is eredményeznek.

A bevételek további hányadát reprezentálják a tagdíjak, amelyek az úgynevezett egyesületi működési költségek fedezetét szolgálják. E bevétel 9/10 részét a jogitagdíjak jelentik. Ezzel összefüggésben a következők érdemelnek említést: a jogitagdíjak nagyságrendjét érvényes előírások szabályozzák, létszámarányosan meghatározva a fizethető alsó- és felső határokat. Meg kell azonban állapítani, hogy a szóban forgó bevételek minimális és maximális határok közötti alakulása szakosztályonként rendkívül differenciált. A fémkohászati és öntödei szakosztályok területén ebben a vonatkozásban a helyzet megnyugtató. A bányászati szakosztályhoz tartozó tagvállalatok befizetései az alsó határt 10%-kal haladják meg. Ez a mérték a vaskohászati szakosztály esetében 45%, tehát csaknem eléri az átlagot. Az olajbányászati szakosztálynál a vállalatok hozzájárulása 17%-kal kevesebb a maximálisnál. Ez a körülmény további bevételnövelési lehetőségeket, illetve tartalékokat jelent. A jelenlegi tagdíjbefizetésnek kérdése azért is rendezendő, mert e hozzájárulásból egyre több olyan kiadást kell fedezni, ami az eddigi terheken kívül jelentkezik. Célszerűnek látszik a tagvállalatokkal a tárgyalások megkezdése és ezzel kapcsolatban annak kifejezésre juttatása, hogy mit nyújt az Egyesület a jogi tagdíjat fizető gazdálkodó egységeknek. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy a pénzügyi egyensúly biztosításának ez az egyedüli útja és figyelmen kívül hagyható a maximális takarékosság elve.

Az elmúlt évek tapasztalatainak eredményeként szükségesnek mutatkozik az egyes rendezvények elszámolásai befejezésének előbbre hozatala. Fontos, hogy az elszámolások lezárása előtt olyan helyzet adódjék, amely lehetőséget nyújt az éves eredmény értékelésére s megszünteti a nagymértékű áthúzódásokat. Célul kell kitűzni továbbá azt is, hogy a vidéki szervek és csoportok a kapott ellátmányokról még a tárgyévben nyújtsák be elszámolásaikat.

A kiadások hatékonyságának növelése érdekében a Számvizsgáló Bizottság az elmúlt évben célvizsgálatot végzett az Egyesület által finanszírozott külföldi utakkal kapcsolatban. A cél annak megállapítása volt, hogy az éves szinten több százezer forintot reprezentáló ezirányú kifizetések mennyiben voltak hasznosak az Egyesülethez tartozó szakmák részére. Elemzés tárgyává tettük azt is, hogy mennyiben és milyen módon hasznosították a szakosztályokban a külföldi utak tapasztalatait. A vizsgálat főbb megállapításai a következőkben összegezhetők:

Nincsen világosan, egyértelműen és minden kétséget kizáróan rögzítve, hogy mit vár az Egyesület az általa fedezett utak esetében a küldöttektől. Nézetünk szerint minimális igény kell legyen, hogy az érintettek tapasztalataikról megfelelő időben és minőségben jelentést adjanak még akkor is, ha a kitűzött úticélt nem sikerült megvalósítani, vagy az a hazai gyakorlat számára új ismereteket nem nyújtott. A beszámoló elmaradását indokolt esetben szankcionálni is lehet. Álláspontunk szerint külföldön a nyitott szemmel látogató mindig talál új, szellemes megoldásokat, amit itthon, ha nem is saját üzemében, vállalatánál, de másutt sikeres lehet az ott felmerült problémák megszüntetésére felhasználni. Az Egyesület szervezésében és terhére lebonyolítandó utaknak a világszint, az új technológiák figyelemmel kísérése mellett ez is célja kell legyen.

Találkoztunk olyan esetekkel is, amikor a kiküldetésről az útijelentés benyújtása megtörtént, azonban nem mindegyik elégítette ki az igényeket. A jelentések szakosztályon belüli hasznosítása sem megnyugtatóan szervezett, hanem esetleges. Szükségesnek tartjuk az említett kérdés átfogó rendezését és annak előírását, hogy a szakosztályok az éves munkájukról készülő beszámolókban adja-

3. melléklet

Az OMBKE gazdálkodása 1970. és 1971. években eFt-ban

	1970	1971
Bevételek		
I. Előző évi maradványok		
1. Jogi tagdíjból	178	1107
2. Kongresszus, konferencia, ankét	426	399
3. Tanfolyamokból	85	65
4. Bel- és külföldi tanulmányutakból	3	38
5. Kiállításból	—	—
6. Egyéb	—52	20
7. Saját kiadványok értékesítéséből	93	154
Vidéki csoportok	—24	—42
II. Folyó évi bevételek		
8. Egyéni tagdíj	148	150
9. Jogi tagdíj	1351	1406
10. Kongresszus, konferencia, ankét	2017	3060
11. Tanfolyamok	100	434
12. Bel- és külföldi tanulmányutak	100	198
13. Kiállítások	—	—
14. Egyéb	116	195
15. Saját kiadványok	1205	1302
Összesen	5746	6272
Év végi maradvány	—474	545
Kiadások		
III. Összetett működési költségek		
17. Kongresszus, konferencia, ankét	2183	2263
18. Tanfolyamok	100	221
19. Bel- és külföldi tanulmányutak	62	118
20. Kiállítások	—	—
21. Egyéb	—	—
22. Saját kiadványok	1236	1196
IV. Személyi jellegű működési költségek		
24. Reprezentáció	120	74
25. Külföldiek vendéglátása	208	179
26. Belföldi kiküldetés	42	55
27. Külföldi kiküldetés	495	120
28. Alkalmi munkadíjak	61	41
29. Társadalmi munkát meghaladó tevékenység díjazása	134	48
30. Díjak-, pályázatok, éremköltségek	16	20
31. Díjak-, pályázatok, személyi költségek	55	58
32. Jutalmazások	155	205
V. Egyéb működési költségek		
33. Nyomtatványok, kiadványok, folyóiratok	102	86
34. Berendezés és felszerelés karbantartása	146	93
35. Posta, telefon, egyéb szolgáltatások	131	145
36. Berendezés, felszerelés pótlása	42	—
37. Könyvtár pótlása	4	1
38. Üzemeltetési csoport és házi nyomda költségei	37	33
39. Hozzájárulások (jogi tagdíj terhére)		
munkabérekhez	125	181
jutalmakhoz	15	9
megbízási díjakhoz	30	15
egyesület saját fenntartási költségeihez	300	300
Egyébhez, árvízkárosultak megsegítése	101	—
Összesen	6221	5727

nak tájékoztatást a külföldi utak tapasztalatairól, azok hasznosításáról.

Jelentős összeget reprezentál a kiadások között a külföldi folyóiratok beszerzési költsége. Ezzel összefüggésben megismételjük az 1969. évi gazdálkodás értékelése kapcsán tett javaslatunkat. Figyelemmel arra, hogy a szóban forgó lapok a vállalatok, minisztériumok könyvtáraiban is fellelhetők, célszerű, hogy a szakosztályok vezetősége és az Egyesület könyvtárosa vizsgálják meg, milyen intenzíven használják tagtársaink a megrendelt folyóiratokat. Az eljárás eredményétől függően a ritkán, vagy egyáltalán nem kölcsönzött folyóiratok további beszerzését — takarékossági okokból — megfontolandónak tartjuk.

Az elmúlt két évben az Elnökség és a szakosztályok, valamint a Titkárság elismerésre méltó munkát végeztek, azonban az említett problémák megoldásával a gazdálkodás színvonala, a rendelkezésre álló anyagi eszközök célszerűbb felhasználása tovább javítható.

Befejezésül javasolom, hogy a Számvizsgáló Bizottság értékelését szíveskedjék elfogadni. Indítványozom továbbá, hogy az Elnökség tűzze napirendre jelentésünkben foglaltak megtárgyalását és hozzon határozatot a javaslatok realizálásának érdekében.

*

Ezután *Podányi Tibor* javaslatot terjesztett elő az új tisztikarra és új tiszteleti tagok választására.

Tiszteleti tagok választása

Az előterjesztésben foglalt javaslat és indokolás a következő volt:

Alapszabályunk 10. §.-a szerint a közgyűlés az egyesületben és a szakmai életben kiváló munkát végzett tagjait tiszteleti tagokká választhatja. Jelenleg Egyesületünknek egyetlen élő tiszteleti tagja van *dr. Ember Kálmán* személyében.

A leköszönő vezetőség megállapította, hogy tagjaink sorában többen vannak, akik kiérdemelték a fenti feltételek, valamint életkoruk alapján egész tagságunk tiszteletét, ezért javasolja a közgyűlésnek a következő érdemeseinek tiszteleti tagokká választását.

Egyesületi és szakmai érdemeik felsorolása a közgyűlés igen sok feladata miatt korlátozott időben nem lehetséges. Ezért csak néhányat kívánok kiemelni s ha ezek hiányosak és esetleg nem is a legfontosabbak lennének — kérem a nagyra becsülteket ne vegyék rossznéven és tekintsék gyarló válogatásomnak.

1. Dr. Becker Ervin okl. fémkohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, Egyesületünknek 1927 óta tagja.

Dr. Becker Ervin a magyar fémkohászat csaknem minden területén tevékenykedett, amit igen gazdag szakirodalmi tevékenysége tükröz. Az 1935-ben Csepelen létesített első hazai alumíniumkohó szakvezetője volt. Azóta az alumíniumkohászatban tevékenykedett.

Gazdag tapasztalatait egyesületi előadások sorozatán keresztül adta át a fiatalabb kohászati szakembereknek.

Dr. Becker Ervin okl. fkm., új tiszteleti tagunk

A BKL KOHÁSZAT Szerkesztő Bizottságának tagja, hosszú időn át a Lap „Fémkohászat" rovatának szerkesztését végezte.

A magyar alumíniumipar és színesfémkohászat szakemberei körében igen nagy tiszteletnek örvend.

2. Bóday Gábor okl. bányamérnök 1931 óta tagja Egyesületünknek. A hazai kokszszéntermelés megvalósításában kiváló érdemeket szerzett mint a szelektív bányászati termelés kidolgozója és a szénelőkészítőmű beruházásának műszaki irányítója. Több mint 10 éven át Egyesületünk választott könyvtárosa, aki e nagy anyagi és szellemi kincset képviselő vagyonunkat az 1958. évi költözködésünk során nemcsak megőrizte, hanem azt rendszerezve, hozzáférhetővé is tette a tagság számára. Az Egyesület nemzetközi kapcsolatainak kiszélesítésében, a konferenciákon és tárgyalásokon kifejtett áldozatkész munkájával jelentős szerepe van. A Bányászattörténeti Munkabizottság tevékeny tagja, a Mikoviny-emlékérem tulajdonosa.

3. Claus Alajos okl. vaskohómérnök, Kossuth-díjas, 1933 óta tagja az Egyesületnek. Majd négy évtizedes műszaki munkájában az ózdi—diósgyőri kohóművek újraindítása és az új kohók létesítése mellett, a vállalatok műszaki és termelési kérdéseinek szervezés és irányítása, majd a széles körű tervezői tevékenysége kiemelkedő. A hazai ferromangán-gyártás megszervezője, ezért 1947-ben a Kossuth-díjat kapta. A Vaskohászati Enciklopédia szerkesztésében jelentős tevékenységet fejtett ki. Az ebben megjelent több fejezet és más számos szakcikk és tanulmány szerzője.

Két periódusban töltötte be a Vaskohászati Szakosztály elnöki funkcióját. Az OMBKE Elnöksége 1967-ben a Wahlner Aladár emlékérmet adományozta számára.

Tagja a szakosztály vezetőségének és a választmánynak.

4. Dr. Gyulay Zoltán okl. bányamérnök, egyetemi tanár, a Központi Bányászati Múzeum igazgatója, éppen félévszázada Egyesületünk tagja. A Bányászati és Kohászati Lapok volt főszerkesztője, Egyesületünknek hosszú éveken át alelnöke, az elmúlt két ciklusban elnöke, az olajbányászat

Szász József okl. vkm., új tiszteleti tagunk

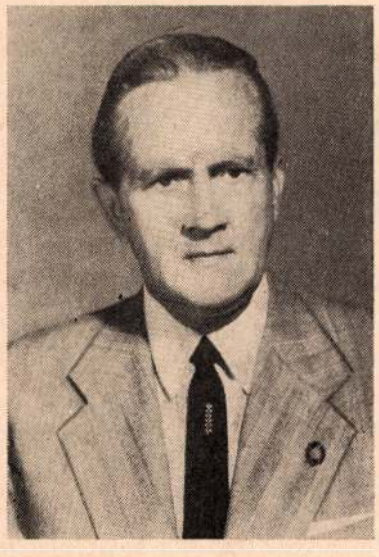
kiváló szaktekintélye, az olajbányászati egyetemi oktatás megalapítója. A magyar bányászat és bányászati szakok telér történetének hivatott kutatója és művelője, az Egyesület és a Lapok jubileumi ünnepségeinek irányítója és reprezentánsa. A Wahlner, Zorkóczy és Zsigmondy emlékérmek tulajdonosa.

5. Szász József okl. vaskohómérnök már egyetemi hallgatóként belépett az Egyesületbe és 44 éven át annak aktív tagja maradt.

1949-től a Szakosztály vezetőségének tagja.

1958-tól az Öntödei Szakosztály elnöke, majd 1963-tól a Szakosztály alelnöki tisztét tölti be, tagja Egyesületünk választmányának.

Elnöksége alatt lett az OMBKE az Öntéstechnikai Egyesületek Nemzetközi Szövetségének tagja. Fáradhatatlanul szervezte az Öntödei Szakosztály és helyi csoportjainak rendezvényeit. Igen jó kapcsolatot alakított ki Egyesületünk idősebb és fiatalabb tagjaival, akiknek átadja gazdag szakmai és egyesületi tapasztalatait.



Claus Alajos okl. vkm. új tiszteleti tagunk

Egyesületi munkájáért 1959-ben a „Kohászat Kiváló Dolgozója" jelvénnyel és 1967-ben Zorkóczy emlékéremmel tüntették ki.

6. Székely Lajos Kossuth-díjas, aranydiplomás bányamérnök, a Bányászati Tervező Intézet ny. igazgatója 52 év óta tagja Egyesületünknek. Lapunk termékeny cikkírója az 1920-as évek óta. A dorog—tokodi szénmedence karsztvízveszély elleni küzdelmének kiemelkedő alakja. Az Egyesület Bányászattörténeti Bizottságának életrehívója és lelkes vezetője. Bányász-kohász nagyjaink emlékének végszólója, színvonalas megemlékezések szerzője, ünnepségek szervezője, emlékérmek alapításának javaslattevője. Több mint egy évtizede a BKL BÁNYÁSZAT Szerkesztő Bizottságának tevékeny résztvevője. Szorgalmas búvára a múlt forrásainak, bányászati emlékeink összegyűjtésének szervezője. A Zorkóczy emlékérem bronz fokozatának tulajdonosa.

7. Szeless László okl. vaskohómérnök, 1925 óta tagja az OMBKE-nek. Szakmai tevékenysége szorosan kapcsolódik a magyar vaskohászat fejlesztéséhez. Az ózdi és borsodnádasdi gyárak háború utáni újraindítása és gyors fejlesztése, 1948-tól a vaskohászat beruházásainak irányítása, 1952-től a Kohászati Tervező Iroda főmérnöki, majd vezetői funkciójában az új létesítmények tervezésének irányítása fűződik nevéhez. Jelentős eredményeket ért el a Vasipari Kutató Intézet osztályvezetőjeként.

Szeless László okl. vkm., új tiszteleti tagunk

Az Egyesület választmányának 1946 óta tagja, a Vaskohászati Szakosztály elnöke. Két ízben (1951—53 és 1957—60 között) a Bányászati és Kohászati Lapok Szerkesztő Bizottságának tagja. Jelenleg is tagja a Vaskohászati Szakosztály vezetőségének és az Egyesület választmányának.

Töretlen egyesületi tevékenységét az Elnökség a Mikoviny, a Wahlner és a Péch Antal emlékérmek adományozásával juttatta kifejezésre.

8. Dr. Tárczy-Hornoch Antal okl. bányamérnök, okl. bányamérőmérnök, egyetemi tanár, Kossuth- és Állami Díjas akadémikus, 1926-tól tagja Egyesületünknek. Sok külföldi egyetem díszdoktora, számos nemzetközi tudományos szervezet tagja. A legnehezebb időszakokban, az 1940-es évek során, hosszabb ideig Egyesületünk tevékeny alelnöke.

A geodéziai és bányamérési tudományok világszerte elismert művelője, bányamérnök generációk tudós nevelője. Egyesületünk Bányamérési Szakcsoportjának áldozatos patronusa, a júniusban megalakuló Nemzetközi Bányamérő Szervezet felkért elnöke.

A Zorkóczy bronz emlékérem, sok magas szintű állami kitüntetés tulajdonosa.

9. Dr. Verő József okl. vaskohómérnök, ny. egyetemi tanár, kétszeres Kossuth-díjas akadémikus, a Vasipari Kutató Intézet igazgatója. 1928 óta Egyesületünk aktív tagja és az elmúlt 20 évben alelnöke. Irodalmi tevékenységéért 1957-ben Wahlner emlékérmet kapott, 40 éves egyesületi tagsága betöltésekor pedig a Zorkóczy emlékérem bronz-fokozatával tüntette ki Egyesületünk. Számos kormánykitüntetés tulajdonosa.

Az elnök átnyújtja a tiszteleti taggá nyilvánításról szóló okmányt dr. Verő Józsefnek

Dr. Verő József okl. vkm. ny. egyetemi tanár, kétszeres Kossuth-díjas akadémikus, új tiszteleti tagunk

Dr. Verő József professzor közel félévszázados oktatói tevékenységével kohász-generációkat vezetett be a metallográfia, az anyagvizsgálat, a fémtan

ismeretébe. Tudományos és irodalmi tevékenységével nemcsak lerakta a fémtani tudományok alapjait, hanem annak reményteljes fejlődését is megindította.

*

A javaslatokat a küldöttközgyűlés egyhangúlag elfogadta és az új tiszteleti tagokat meleg ünneplésben részesítette.

*

Ezt követően *Beke Imre* bejelentette, hogy a meghívott és szavazásra jogosult 535 küldött közül 456 jelent meg, így tehát a szavazás alapszabályszerűen lebonyolítható. Részletesen ismertette a szavazás rendjét.

Egyesületi kitüntetések

A következőkben *dr. Gyulay Zoltán* elnök bejelentette, hogy az Egyesület elnöksége a *Vaskohászattani Tanszék* alapításának 100 éves jubileuma, valamint az önálló vaskohómérnöki képzés megindulásának jubileuma alkalmából díszes adományozó levéllel és *Kerpely Antal* emlékéremmel tüntette ki a Tanszéket.

A levelet és az emlékérmet átvevő *dr. Simon Sándor* tanszékvezető egyetemi tanár rövid beszédben mondott köszönetet a kitüntetésért és igéretet tett arra, hogy az új közös egyetemi csoport munkáját messzemenően támogatni fogja.

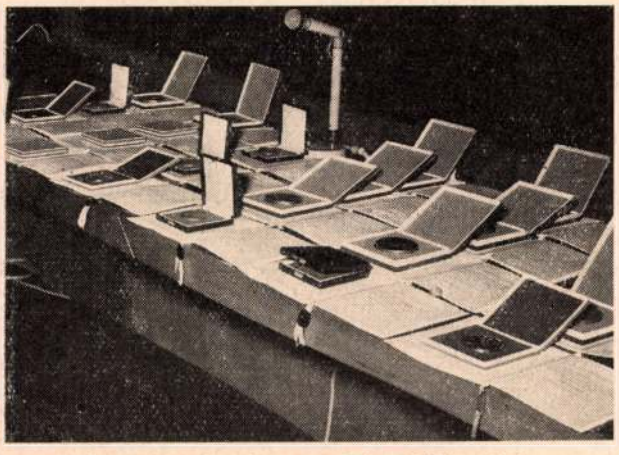
Ezt követően *Éles László*, az Érembizottság vezetője beszámolt az Érembizottság munkájáról. Bejelentette, hogy az Elnökség három új érem alapítását javasolja *Délius Traugott Kristóf*, *Szentkirályi Zsigmond* és *Debreczeni Márton* emlékére.

A küldöttközgyűlés résztvevői a bejelentést jóváhagyólag tudomásul vették.

Ezt követően *Éles László* felolvasta az egyesületi emlékéremmel kitüntetett kiemelkedő egyesületi tagok névsorát, akiknek *dr. Gyulay Zoltán* elnök nyújtotta át a kitüntetést.

Tisztelt Küldöttközgyűlés!

Egyesületünk Elnöksége a szakosztályok vezetőinek javaslata alapján egyesületünk 80 éves jubileumi évében a 62. küldött közgyűlés alkalmával egyesületi emlékérem kitüntetésben részesíti a következő tagtársainkat:



A kiosztásra került egyesületi emlékérmek és a hozzájuk tartozó adományozó levelek

Sóltz Vilmos Érmet adományozza *Böszörményi Béla* tagtársunknak, az Országos Érc- és Ásványbányák osztályvezető-helyettesének. 1950 óta tagja Egyesületünknek. 1963-ban a titkárhelyettesi, 1966 óta a Bányászati Szakosztály titkári tisztségét tölti be.

Titkári működése alatt az ismeretterjesztő előadások és nagyrendezvények szervezésével jelentősen hozzájárult a Szakosztály egyesületi és szakmai munkájának jelentős fejlődéséhez. Szoros kapcsolatot épített ki a külföldi társegyesületekkel, amely révén tapasztalatcserére és cseretanulmányutakra nyílt alkalom. Az elmúlt 6 év alatt a közel 50%-kal megnövekedett szakosztályi létszámból fakadó fokozott követelményeknek kiválóan eleget tett, biztosítva a szakosztályi tevékenység töretlen fejlődését.

Egyesületünk Elnöksége Szentkirályi Zsigmond Érmet adományozza *Dr. Horváth László* tagtársunknak, a Középdunántúli Szénbányák igazgatóhelyettesének. Egyesületünknek 1947 óta, a Középdunántúli csoportnak 1957 óta igen aktív tagja. Tanácsaival sokat segítette a csoport tevékenységét. Előadásokat tartott és több cikke jelent meg a Bányászati Lapokban. Nagyobb rendezvényeken aktívan segítette a Csoport munkáját. A fiatal műszakiakkal foglalkozik és igyekszik velük megszerettetni az egyesületi munkát.

Gazdasági téren kifejtett munkásságának jelentős része van vállalatának dinamikus fejlődésében, amely úgy a termelés volumenében, mint a műszaki haladás területén lemérhető.

Egyesületünk Elnöksége Pécs Antal Emlékérmet adományozza *Horváthy Lóránd* tagtársunknak.

Horváthy Lóránd okl. bányamérnök 39 éve lelkes tagja egyesületünknek. Már az 1930-as években pécsi munkahelyén bekapcsolódott az egyesületi munkába. A felszabadulás után ő szervezte újjá az OMBKE Ózdi Csoportját és a csoport titkára volt Tatabányára történő áthelyezéséig. 1958-tól a Tatabányai Csoport munkájában vett részt. A Csoport szerkesztőségi felelőse és több cikke jelent meg a Bányászati Lapokban. 1971-ben nyugdíjba ment, de azóta is aktívan részt vesz a szerkesztőség és a Csoport munkájában.

Egyesületünk Elnöksége Debreczeni Márton Érmet adományozza *Lőcsei Lajos* tagtársunknak, az Ózdvidéki Szénbányák igazgatójának.

1955-től az Ózdvidéki Csoport elnöke. A vállalatvezetés nehéz munkája mellett sohasem feledkezett meg a társadalmi szervezetek erkölcsi és anyagi támogatásáról. Magáévá tette az OMBKE célkitűzéseit és annak valóra váltását tevékenyen segítette. A Csoport rendezvényein személyesen is részt vett és támogatásával hozzájárult a helyi csoport eredményes működéséhez.

Egyesületünk Elnöksége Sóltz Vilmos Érmet adományozza *Moharos Jenő* tagtársunknak, az Egyesült Magyar Szénbányák műszaki szaktanácsadójának.

22 év óta tagja Egyesületünknek és ezen idő alatt aktív tevékenységet fejtett ki az Ózdi Csoportban, majd a Bányászati Szakosztály vezetőségében. 1966-ban főtitkárhelyettesnek választották

Moharos Jenő okl. bm. főtitkárhelyettes Sóltz Vilmos emlékérmet kapott

meg. 1968-tól dr. Pilter Pál főtitkár elhunyta után a főtitkári teendőket látta el. Az elmúlt ciklusban főtitkárhelyettesként, sőt Lomniczy Dezső főtitkár hosszabb távolléte idején főtitkárként tevékenykedett. Az elnökkel együttműködve kidolgozta az egyesületi élet reformjára vonatkozó javaslatokat. Részt vett a titkárság munkájának átszervezésében és korszerűsítésében, hogy a megnövekedett taglétszámból adódott feladatok teljesíthetők legyenek. Foglalkozott a fiatal egyesületi tagok vizsgálatával és kiértékelésével.

Egyesületünk Elnöksége Mikoviny Emlékérmet adományozza *Podányi Tibor* tagtársunknak, az Országos Érc- és Ásványbányák műszaki igazgatójának.

27 éve tagja Egyesületünknek. 1951 óta a Bányászati Szakosztály és 1955 óta a Bányászati Lapok szerkesztő bizottságának a tagja. Az Egyesületben igen aktív tevékenységet fejtett ki a különböző munkabizottságokban. Irodalmi tevékenysége jelentős. A vasércbányászatra vonatkozó szakcikkei jelentek meg a Bányászati Lapokban. 1969-től a Bányászati Szakosztály elnöke. Megszervezte a határterületeken dolgozó bányamérnökök és technikusok felmérését és az egyesületi életbe való bekapcsolásukat.

Egyesületünk Elnöksége Mikoviny Emlékérmet adományozza *Pothornik József* tagtársunknak, az MSZMP Központi Bizottság tagjának, a Nógrádi Szénbányák igazgatójának.

A Nógrádi Csoportnak 1958-tól 1969-ig volt az elnöke. Elnökségének hosszú ideje alatt nagy figyelmet fordított a bányászati múlt emlékeire, a bányászati hagyományok ápolására. Fő kezdeményezője volt a salgótarjáni munkásmozgalmi és bányászati múzeum megalapításának. A föld alatti bányászati múzeumot az általa biztosított lehetőségek alapján hozták létre. Elnöksége alatt a Nógrádi Csoport több országos rendezvényt tartott, amelyekhez sok erkölcsi és anyagi támogatást biztosított. Életútját a bányász értelmiség támogatása és a bányászathoz való törhetetlen ragaszkodás jellemzi.

Egyesületünk Elnöksége Mikoviny Emlékérmet adományozza *Radó Aladár* tagtársunknak, a Mecseki Szénbányák főmérnökének.

1954 óta titkára a Mecseki Csoportnak. Vezetése alatt a Mecseki Csoport létszáma 40 főről 339 főre növekedett és így egyike az ország legnagyobb helyi csoportjának. A taglétszám növelése mellett a csoport tevékenysége nagyot fejlődött, több országos, sőt nemzetközi rendezvényt szervezett. A Bányászati Lapok szerkesztő bizottságában 9 éve tevékenykedik és több cikke jelent meg. Külföldi konferenciákon előadásaival képviselte a magyar bányászati tudományt és technikai fejlődést.

Egyesületünk elnöksége Szentkirályi Zsigmond Érmet adományozza *Szenczy Gyula* tagtársunknak.

1961-től látja el a Dorogi Csoport titkári teendőit. A Dorogi Csoport munkája minden területen fejlődött. Taglétszámuk 60 fővel növekedett. Szenczy Gyula kezdeményezője volt az Ifjúmérnök Találkozóknak. A Csoport több országos ankétot rendezett, így többek között a Geodéziai és a Bányabiztonsági Ankétot. Lelkes támogatója a Dorogi Technika Háza fejlesztésének és bővítésének.

Egyesületünk Elnöksége Szentkirályi Zsigmond Érmet adományozza *Székely Lajos* tagtársunknak, nyugállományú igazgatónak.

Egyesületünknek 52 év óta tagja. 1952 óta a Bányászati Lapok Szerkesztő bizottságának, 1966 óta a Bányászati Szakosztály vezetőségi tagja és a Bányászattörténeti Munkabizottság vezetője. Több kitüntetés, köztük a Kossuth-díj tulajdonosa. Számos irodalmi cikk és tanulmány szerzője. A Bányászattörténeti Munkabizottság vezetőjeként jelenleg is igen aktív tevékenységet fejt ki. A bányászati hagyományokat ápoló és elődei tiszteletét sugárzó tevékenysége tette lehetővé Zsigmondy Vilmos emlékének méltó felelevenítését és Péch Antal 150. születési évfordulójának méltó megünneplését.

Egyesületünk Elnöksége Péch Antal Emlékérmet adományozza *Binder Béla* tagtársunknak, a NIMDOK főmérnökének.

Egyesületünknek 32 év óta tagja. A magyar kőolajbányászat úttörői közé tartozik; 30 évvel ezelőtt ő valósította meg a dél-zalai olajmező korszerű művelési tervébe iktatott, Európában elsőként alkalmazott nyomásfenntartásos gázvisszanyomást, hogy később termelési felügyelőként is őrködjön a szénhidrogéntelepek racionalis kiaknázása fölött. Az 1968 óta önállóan megjelenő Kőolaj és Földgáz nemcsak szó szerinti főszerkesztője, hanem a lelke, a mozgatórugója a lapnak, amely a szakosztályi élet és a továbbképzés legfőbb tényezője.

Egyesületünk Elnöksége Zsigmondy Vilmos Érmet adományozza *Dr. Heinemann Zoltán* tagtársunknak, a NIM műszaki-gazdasági tanácsadójának.

Szakmai téren kimagasló eredményeket ért el elsősorban a rezervoármérnöki tudomány alkalmazásában. Nevéhez szorosan kapcsolódik a többfázisú áramlás modellezése, amely ipari vonatkozásban az algyői szénhidrogén medence korszerű lemüvelhetőségét érinti. A Kőolaj—Földgáz-, Vízszakosztályban két cikluson át szakosztálytitkári

teendőket láta el. Munkássága nyomán a rendszeressé vált évi vándorgyűlések szoros kapcsolatot létesítettek az ország különböző területén dolgozó mérnökök és technikusok között, amelynek erkölcsi értéke fel sem becsülhető.

Egyesületünk Elnöksége Zsigmondy Vilmos Érmet adományozza *Munkácsi Zoltán* tagtársunknak, az OFKFV műszaki-gazdasági tanácsadójának.

Több évtizedes lelkes munkása egyesületünknek. Az Érem adományozásával rendkívüli munkásságát kívánja Elnökségünk elismerni: olyan bányamérnökét, akinek csak a szerénysége és a látványos gesztusoktól való tartózkodása múlja felül számos szakterületen végzett rendkívül sokoldalú, értékes tevékenységét. Úttörője és leghivatottabb képviselője a magyar szénhidrogénbányászat nyelvművelésének. Most nemcsak a rendkívül lelkiismeretes és igényes szerkesztő munkáját, hanem az érem névadója, Zsigmondy Vilmos tevékenységének és pályájának felkutatásában végzett munkáját is kívánja elismerni az Érem adományozásával.

Elnökségünk Zsigmondy Vilmos Érmet adományozza *Tóth Ferenc* tagtársunknak, műszaki-gazdasági tanácsadó, a Zalaegerszegi Magyar Olajipari Múzeum igazgatójának, a múzeum életrehívása és fejlesztése terén végzett lelkes, odaadó kulturális munkájáért.

Egyesületünk Elnöksége Debreczeni Márton Érmet adományozza *Inokai János* tagtársunknak, a KGMTI igazgatójának.

Inokai János, a KGMTI igazgatója Debreczeni Márton emlékérmet kapott

Egyesületünknek 1960 óta tagja, választmányi tag. A Dunai Vasmű helyi csoportjában kapcsolódott be az egyesületi munkába. Támogatása és segítsége tette lehetővé a KGMTI helyi csoportjának megalakítását. Egyesületünk munkáját minden területen erkölcsileg és anyagilag is támogatja és ezzel hozzájárult a Vaskohászati Szakosztály eredményes működéséhez.

Egyesületünk Elnöksége Sóltz Vilmos Érmet adományozza *Lántzky József* tagtársunknak, a Dunai Vasmű nyugállományú főmetallurgusának.

Egyesületünknek 1938 óta tagja. A hazai acélgyártás minőségi fejlesztésében elismert kiváló mun-

Lántzky József okl. vkm. Sóltz Vilmos emlékérmet kapott

kát végzett. A Munka Vörös Zászló Érdemrend, ill. a Fazola Henrik Érem birtokosa. Szakmai munkája mellett tevékenyen vett részt az egyesületi életben. Aktív működése alatt a Dunai Vasmű helyi csoport titkára volt. Számos helyi és országos rendezvény szervezésében és a külföldi kapcsolatok bővítésében fejtett ki eredményes munkát.

Elnökségünk Kerpely Antal Érmet adományozza *Nagy Zoltán* tagtársunknak.

1946 óta tagja Egyesületünknek. A hengerlési technológia terén szerzett széles körű tapasztalatait a KGMTI-ben végzett tervezői munkájában érvényesíti. Részt vett a Dunai Vasmű helyi csoportjának megalakításában. A meleg- és hidegalakítási konferenciák, legutóbb a Clean Steel konferencia fő szervezője és irányítója volt. A Vaskohászati Szakosztály vezetőségének másfél évtizede tagja, az elmúlt ciklusban alelnöke volt. Mint alelnök szervezési készségével és határozott állásfoglalásával segítette a helyi csoportok, a szakosztály és az egyesület eredményes munkáját.

Nagy Zoltán okl. km. a Vaskohászati Szakosztály elnökhelyettese Kerpely Antal emlékérmet kapott

Dr. Visnyovszky László okl. vkm. Kerpely Antal emlékérmet kapott

Elnökségünk Kerpely Antal Érmet adományozza *Dr. Visnyovszky László* tagtársunknak, a műszaki tudományok doktorának.

Egyesületünknek 1947 óta tagja. A Diósgyőri Vasgyár kohóművében szerzett széles körű tapasztalatai, a nyersvasgyártás technológiai kérdéseinek megoldásában kifejtett úttörő munkásságával és kutatói tevékenységével elismerést és megbecsülést szerzett a hazai és külföldi szakkörökben. A hazai és külföldi szaklapokban közel 40 közleménye jelent meg és több kohászati szakkönyv szerzője. Tevékenyen részt vett az egyesületi és szakosztályi munkában. Elnökségünk a magyar vaskohászat fejlesztése terén elért eredményeinek és egyesületi tevékenységének szóló elismerését fejezi ki az Érem adományozásával.

Elnökségünk Szentkirályi Zsigmond Érmet adományozza *Baranyai György* tagtársunknak, a Magyar Alumíniumipari Tröszt gazdasági vezetőjének.

Az egyesületnek 1960, a Fémkohászati Szakosztály Vezetőségének 1962 óta tagja. A Szakosztályban a gazdasági teendőket látta el. Tevékenységével nagyban hozzájárult a pénzügyi gazdálkodási rend megszilárdításához. Több munkabizottságban fejtett ki tevékenységet. A nemzetközi nagyrendezvények lebonyolításában kiváló munkát végzett. Az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottságának megalakulása óta gazdasági titkára.

Baranyai György, a MAT gazdasági igazgatója Szentkirályi Zsigmond emlékérmet kapott

Elnökségünk Debreczeni Márton Érmet adományozza *Laár Tibor* tagtársunknak, a Fémipari Kutató Intézet tudományos csoportvezetőjének.

1952 óta tagja Egyesületünknek. 1960-ban a Szakosztály Vezetőségbe választották és 1966 óta látja el két ciklusban a szakosztálytitkári teendőket. 1964-ben az ő kezdeményezésére indult meg a szakcsoport-szervezet kialakítása. Rendszeresen tartott előadásokat a helyi és vidéki vállalati csoportoknál, sőt külföldi konferenciákon is. Szakmai és egyesületi tevékenységének elismeréseként részesíti Elnökségünk Érem kitüntetésben.

Laar Tibor okl. vm., a Fémkohászati Szakosztály titkára Debreczeni Márton emlékérmet kapott

Egyesületünk Sóltz Vilmos Érmet adományozza *Horváth Ferenc* tagtársunknak, az Öntödei Vállalat vezérigazgatójának.

1957 óta tagja egyesületünknek. Kezdetben a Győri Csoportban végzett egyesületi munkát. Budapestre történt áthelyezése után élénken bekapcsolódott az egyesület munkájába és 1966 óta a Szakosztály elnöki tisztjét tölti be. A két ciklus alatt kifejtett irányító munkája alapján a Szakosztály munkája fellendült, több vidéki helyi csoport alakult. Ezek ma már országos ankétokat rendeznek. Feléélénkült vezetése alatt a szakosztály nemzetközi kapcsolata, amely hasznos tapasztalatszerzésre ad lehetőséget. Szakosztályvezetésben fiatal aktív gárdát alakított ki, amely a jövőbeni élénk egyesületi tevékenység lehetőségét jelenti.

Elnökségünk Kerpely Antal Érmet adományozza *Nagyzsadányi Endre* tagtársunknak, az Öntödei Vállalat Soproni Temperöntöde igazgatójának.

Több évtizede tagja egyesületünknek. A Soproni Csoportban megalakulása óta dolgozik, kezdetben mint alelnök, később mint elnök. Kezdeményezője és közvetlen szervezője volt az éven-

Horváth Ferenc okl. km. az Öntödei Szakosztály elnöke Sóltz Vilmos emlékérmet kapott

kénti Soproni Temperöntő Napok-nak, ahol ismert hazai és külföldi szakemberek tartottak nagy érdeklődést kiváltó előadásokat. A Soproni Csoportban kifejtett szakmai és egyesületi tevékenységét honorálja Elnökségünk az Érem adományozásával.

Elnökségünk Péch Antal Emlékérmet adományozza *Dr. Vörös Árpád* tagtársunknak, a műszaki tudományok kandidátusának.

Nagyzsadányi Endre okl. km., a soproni csoport elnöke Kerpely Antal emlékérmet kapott

1958 óta tagja az egyesületnek, 1963-tól, mint szakosztálytitkár végez egyesületi munkát. Eredményesen közreműködött a vidéki öntő szakembereknek az egyesületbe történő bekapcsolásában. Titkársága alatt 14 helyi és vidéki csoport alakult és folyamatosan szorgalmazza a kapcsolatok szorosabb kiépítését. Fejlesztette az Öntödei Szakosztály kapcsolatait a szocialista országok öntő szakegyesületeivel évenkénti cserelátogatások szervezésével.

Az elnök ezután bejelentette, hogy a MTESZ nagydíjat adományozott két egyesületi tagunk: *Jármay Ervin* (Veszprém) és *Tamásy István* alelnökünk részére, akiknek a jövő héten tartandó MTESZ közgyűlésen nyújtják át a kitüntetést.

Dr. Vörös Árpád okl. km., az Öntöde Szakosztály titkára Péch Antal emlékérmet kapott

Ezután átnyújtotta a leghosszabb egyesületi tagsággal rendelkező tagjainknak az egyesületi emléklapokat. Emléklapot kaptak: *Bajkó Andor* (69 év), *Dzsida József* (63 év), *dr. Halász András* (60 év), *Harmos Árpád* (60 év), *dr. Jávor Alajos* (40 év), *dr. Michnay Árpád* (68 év), *dr. Mohi Rezső* (60 év), *Pantó Dezső* (66 év), *Pantó Endre* (50 év), *Tavy Géza* (66 év), *Vargha Béla* (40 év), *dr. Erpf Ede* (60 év) és *Bukovszky János* (50 év).

Dr. Gyulay Zoltán részére az 50 éves egyesületi tagság után *Lomniczy Dezső* főtitkár nyújtotta át az emléklapot.

*

Dr. Gyulay Zoltán elnök ezután a leköszönő elnökség nevében megköszönte a hároméves ciklus alatt nyújtott támogatást. Utalt arra, hogy a kitűzött program jelentős részét, amire az Elnökség erejéből futotta, sikerült megvalósítani és reményét fejezte ki, hogy a következő elnökség még jobb, eredményesebb munkát fog végezni.

Ezután felkérte *Dzsida Józsefet*, hogy korelnökként vegye át az ülés vezetését.

Szavazás, az új tisztségviselők megválasztása

Dzsida József tisztét átvéve néhány szóban utalt a 100 évvel ezelőtt, 1872-ben Bécsben tartott bányásznapra, amelyen Egyesületünk későbbi elnöke *Farbakay István* az egész Monarchia bányászatának képviselői előtt az Európában elsőként alapított Bányászati Akadémia, a selmeci Alma Mater képviseletében vett részt. Megemlékezett a nagymúltú magyar bányászatról és kifejezte reményét, hogy az utóbbi években háttérbe szorult szénbányászat rövid időn belül ismét világszerte és hazánkban is is-

mét felvirágzik, az elnéptelenedő bányatelepek újból benépesülnek.

Ezután *Beke Imre*, a Szavazatszedő Bizottság vezetője bejelentette, hogy a szavazólapok kiértékelése szerint 401 érvényes szavazatot adtak le és ez alapján az Egyesület vezetősége az alábbiak szerint alakul a következő ciklus tartamára:

Az OMBKE 62. Közgyűlésén választott egyesületi tisztségviselők

Elnök: *Dr. Dobos György*

Alelnökök: *Dr. Alliquander Ödön, Dr. Gagyi-Pálffy András, Hammer Ferenc, Horváth Ferenc, Kemény Kornél, Komjáthy László, Dr. Martos Ferenc, Seregi János*

Főtitkár: *Moharos Jenő*

Főtitkár h.: *Dr. Varga Ferenc*

BKL főszerkesztők: Bányászat: *Heinrich József*, Kőolaj- és Földgáz: *Binder Béla*, Kohászat: *Óvári Antal*, Öntöde: *Felner Sándor*

Könyvtáros: *Pantó Dénes*

Számvizsgáló bizottság: Elnök: *Dr. Trethon Ferenc.* Tagok: *Baranyai György, Szovják Hugó, Tóth András, Dr. Zakó Vilmos.* Póttagok: *Bánky Gyula, Bartha Endre.*

Fegyelmi Bizottság: Elnök: *Podányi Tibor.* Tagok: *Bálint Valér, Felföldi Zoltán, Gál Zoltán, Mátrai Árpád.* Póttagok: *Stehlik László, Szalai Jenő.*

Választmányi tagok:

Bányászati Szakosztály:

Dr. Alliquander Endre, Baják István (Mátraalja), *Dr. Balla László* (Rudabánya), *Balogh Béla* (Borsod), *Barsi Károly* (Tatabánya), *Becker Ferenc* (Tatabánya), *Dr. Bocsánczy János* (Egyetem), *Czintula László*, (Középdunántúl), *Czottner Sándor, Elek Gizella* (Oroszlány), *Dr. Faller Gusztáv, Dr. Fekete Sándor, Frank Lajos, Gebhardt János, Gordos Péter* (Kincsesbánya), *Dr. Gyurkó László* (Gyöngyös), *Havrán István, Dr. Jávor Alajos* (Egyetem), *Kanovszky Ferenc* (Dorog), *Kiss Nagy József* (Mecsek), *Dr. Konrád Ödön, Dr. Kún László, Dr. Lévárdi Ferenc, Menyhárt László, Mészáros Pál* (Borsod), *Moser Károly* (Mecsek), *Pantó Endre, Papp Bálint, Pohl Károly, Pozsgay Károly* (Mecsek), *Reményi Viktor* (Borsod), *Reviczky Ferenc* (Tatabánya), *Dr. Richter Richárd* (Egyetem), *Ruzsinszky István* (Középdunántúl), *Sándor János, Dr. Schmieder Antal, Schoppel János* (Dorog), *Simon Antal, Dr. Simon Kálmán, Solymos András, Stoll Lóránt* (Borsod), *Szabó János* (Középdunántúl), *Szabó László, Széles Lajos* (Oroszlány), *Szenczy Gyula* (Dorog), *Szennay István, Szepeshegyi István* (Tapolca), *Szili Ferenc* (Ózd), *Tamásy István, Dr. Tarján Gusztáv* (Egyetem), *Tettamanti Tibor, Tóka Jenő* (Mecsekalja), *Dr. Tóth Miklós, Török Zoltán, Vass László* (Oroszlány), *Wietórisz Róbert* (Mecsek), *Dr. Zambó János* (Egyetem), *Zsuffa Miklós* (Nógrád).

Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály: Barabás László (Nagykanizsa), *Bese Vilmos, Dudás József, Fecser Péter* (Siófok), *Győri Gyula* (Szolnok), *Hangyál János* (Szolnok), *Dr. Heinemann Zoltán, Kassai Lajos, Kiss László* (Nagykanizsa), *Dr. Lőrinc Imre, Munkácsy Zoltán, Németh Ede* (Nagylengyel), *Németh Ferenc, Dr. Pataki Nándor, Póra Ferenc.*

Vaskohászati Szakosztály: Antal Gyula (Salgótarján), *Csépányi Sándor* (Ózd), *Dévényi György, Dr. Fürjes Emil* (Ózd), *Dr. Horváth Aurél* (Dunaújváros), *Inokai János, Káli Lajos* (Diósgyőr), *Kiss Béla, Dr. Kiss Ervin* (Egyetem), *Köves Ferenc, Longa Elemér, Matyus Béla, Mándoki Andor, Répási Gellért* (Dunaújváros), *Dr. Remport Zoltán, Réti Vilmos* (Dunaújváros), *Ruhmann Jenő, id. Schmidt György* (Ózd), *Dr. Schummel Rezső* (Dunaújváros), *Dr. Simon Sándor* (Egyetem), *Dr. Sziklavári János* (Diósgyőr), *Ürmössy László* (Salgótarján), *Zambó Pál* (Diósgyőr), *Závodi Imre* (Dunaújváros).

Fémkohászati Szakosztály:

Dr. Domony András, Garay László, Harangi Sándor, Krétai József, Köves Elemér, Laár Tibor, Dr. Marschek Zoltán (Ajka), *Romwalter Alfréd, Schippert László* (Székesfehérvár), *Soltész István, Szakál Pál, Szalai Jenő.*

Öntödei Szakosztály:

Benyovszky Móric, Buzánszky Albin, Emőd Gyula, Hollósy Béla, Dr. Nándori Gyula (Egyetem), *Dr. Pilissy Lajos, Pintér András, Szilágyi Imre, Szy Géza, Tóth András, Zsofinyecz Imre.*

Választmányi póttagok:

Baán István (Diósgyőr), *Csák Máté* (Oroszlány), *Dósa Mihály* (Dorog), *Falk Miklós* (Szank), *Fórisek István* (Tatabánya), *Györök György, Jesse Árpád* (Borsod), *Dr. Koncsag Károly* (Mecsek), *Ötvös Dániel, Pálfy Gábor* (Középdunántúl), *Proszt Ervin, Schottner Lajos* (Ózd).

Az új tisztikar névsorának felolvasása után *Dzsida József* korelnök sok sikert kívánt a megválasztott tisztségviselőknek és felkérte az új Elnökséget, foglalja el helyét.

Ennek megtörténte után *dr. Dobos György* elnök megköszönte a korelnök munkáját, valamint megható és értékes fejtegetéseit a bányászat múltjáról és jövőjéről, majd felkérte *Óvári Antalt*, a Határozatszövegező Bizottság vezetőjét a határozati javaslat ismertetésére.

A felolvasott határozatokat a küldöttközgyűlés hozzászólás nélkül egyhangúlag elfogadta, és határozattá emelte. (A határozat teljes szövegét a későbbiekben közöljük.)

Majd az új elnök megköszönte az előlegezett bizalmat, utalt arra, hogy a teendőket a most elfogadott közgyűlési határozatok körvonalazzák és hangsúlyozta, hogy fokozottan be kívánja vonni az Egyesület fiatalabb tagjait az aktív egyesületi munkába és el kívánja mélyíteni a szakosztályok egymás közötti kapcsolatait. Végül reményét fejezte ki, hogy a következő évek során a mindennapi egyesületi munkában is ilyen egységes lesz a tagság támogatása, mint ami a választás során megmutatkozott.

A 62. küldöttközgyűlés határozatai

A küldöttközgyűlés az elnökség beszámolói alapján a következő határozatokat fogadja el és a következő 3 éves időszakra Egyesületünk legfontosabb feladatait az alábbiakban határozza meg.

I. A 62. küldöttközgyűlés jóváhagyja a 61. közgyűlés óta végzett egyesületi munkát.

1. Az 1970 áprilisi soproni és az 1971 szeptemberi várpalotai választmányi üléseken, valamint most a 62. küldöttközgyűlésen elhangzott beszámolók alapján a közgyűlés megállapítja, hogy Egyesületünk tevékenysége az eltelt három évben továbbfejlődött, igyekezett kielégíteni tagjaink igényeit és ez irányban az elnökség több kezdeményező lépést tett. A közgyűlés hasonlóképpen örömmel veszi tudomásul lapjaink fejlődését.

2. A közgyűlés a Számvizsgáló Bizottság jelentését tudomásul véve és az abban foglalt javaslatokat elfogadva, a felmentést az Elnökségnek, valamint a Választmánynak megadja.

II. 1. Az Egyesület jövőbeni munkájában elsősorban szem előtt kell tartani a IV. ötéves terv, a gazdaságirányítási rendszer célkitűzéseit, valamint az MSZMP X. Kongresszusának, a Központi Bizottságnak vonatkozó határozatait és főleg a tudománypolitikai irányelveket.

2. Az Egyesület és a Szakosztályok vezető testületei törekedjenek arra, hogy — hagyományainknak megfelelően — segítsék az egyesületi munka sajátos eszközeivel a szakjainkra háruló időszerű műszaki és gazdasági feladatok megvalósítását és egyidejűleg rendezvényeink szolgálják az egyesületi tagok magas színvonalú szakmai továbbképzését és szakmáink műszaki fejlődését.

III. 1. Hazánk felszabadulásának és Egyesületünk újjáélesztésének negyedszázados jubileumakor számba vettük Egyesületünk eddigi eredményeit és meghatároztuk további feladatait a szocializmus építésében. Az erről szóló dokumentumban foglalt feladatokat az Egyesület valamennyi szerve tekintse mértékadónak a következő évek során.

2. Egyesületünk taglétszámának örvendetes növekedése, valamint a bánya- és kohóvállalatok aktív egyesületi kapcsolatai önmagukban rendkívül pozitív jelenségek. A mennyiségi növekedéssel szükségszerűen együttjáró képviseleti gyakorlat, valamint az egyesületi és állami, vállalati vezetés azonosulásának lehetőségére tekintettel tovább kell fokozni a demokratikus vitaszellemet, aminek révén a legnagyobb alkotó segítséget képes adni Egyesületünk a bányászatot és kohászatot irányító állami és vállalati vezetésnek.

IV. Egyesületünk társadalmi tevékenysége során kezdettől fogva nagy fontosságot tulajdonított annak, hogy a szakágazatok ifjúságát a szakma, a hivatás szeretetére nevelje. Ennek a nemes célkitűzésnek szellemében az Elnökség kísérje figyelemmel és fokozottan támogassa az Egyetemen működő most újjászervezett egységes egyesületi osztály munkáját.

Ezzel párhuzamosan folytatni és bővíteni kell fiatalabb tagjainknak az egyesületi életbe való fokozottabb bekapcsolódását célzó kezdeményezéseket.

V. 1. A közgyűlés helyesli az Egyesület nemzetközi kapcsolatainak további bővítését, annak a célkitűzésnek szem előtt tartásával, hogy a külföldi szakmai rendezvényeken való részvétel és külföldi szakelőadók részvétele egyesületi rendezvényeinken a bányászat és kohászat világszintjének megismerését, az időszerű iparági feladatok megvalósítását, valamint tagjaink szakmai továbbképzését kell, hogy szolgálja.

A külföldi tanulmányutak értékeléséről, eredményeiről a jövőben a szakosztályüléseken részletes beszámolót kell adni.

2. A közgyűlés helyesléssel veszi tudomásul azt, hogy az ICSOBA nemzetközi szervezetében Egyesületünk jelentős szerepet vállalt és szükségesnek tartja a további ICSOBA munkában való aktív részvételt.

VI. A legutóbbi, 1966-ban átdolgozott alapszabályunk egy része elévült, az élet kívánalmainak megfelelően ismét módosításra szorul. 1973. év folyamán összehangolva a MTESZ új alapszabályával, az elnökség a szükséges módosításokkal dolgoztassa át az alapszabályt és a tervezetet terjessze a közgyűlés elé.

VII. 1. Ha az Egyesület központi apparátusának a Technika Házából való kiköltözésére sor kerül, az Elnökség a végleges, megnyugtató elhelyezés szorgalmazása mellett, kérje a budapesti bányászati és kohászati intézmények, vállalatok segítségét annak érdekében, hogy az egyesületi munka törést ne szenvedjen előadótermek, tanácskozótermek rendelkezésre bocsátására.

2. Ezzel kapcsolatban az irattár, könyvtár és a folyóirattár sorsának rendezése is szükségessé válik. Az elnökség gondoskodjon Egyesületünk pótolhatatlan értékeinek gondos megőrzéséről és legcélszerűbb elhelyezéséről.

VIII. 1. Közgyűlés a beszámolók alapján szükségesnek látja, hogy az Egyesület egységének megőrzése és erősítése érdekében az új Elnökség mielőbb tervszerű intézkedéseket tegyen az egyesületi élet hatékonyabbá tételére.

2. Mielőbb készíttesse el az egyesületi munka részleteit szabályozó, régóta hiányzó ügyrendeket, korszerűsítse az egyesületi adminisztrációt, fokozza a pénzügyi fegyelmet, a legfontosabb feladatok kézbentartására pedig hívjon életre alapszabályszerű szakosztályközi bizottságokat.

Matematikai módszerek alkalmazása a kohászatban*

GÁRDONYI SÁNDOR okl. kohómérnök
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, Elektronikus Számítóközpont

DK.: 519.272 : 668.3 : 669

A tanulmány áttekinti a kibernetika kohászati térhódítását. Gyakorlati példákkal tárgyalja a lineáris programozás, a művelet-kutatás legjellegzetesebb kohászati alkalmazásait. Adatokat közöl arra vonatkozóan, hány számítógépet állítottak be világszerte a kohászatban folyamatszabályozásra. Végül kitér a számítógépek alkalmazásának gazdasági előnyeire.

A kibernetika alakulása

A tudomány mai állása szerint az anyag három lényeges megjelenési formáját, latinul aspektusát különböztetjük meg: a konkrét anyagfajták aspektusát, az energiaaspektust és az információaspektust.

A *konkrét anyagfajták aspektusa* az anyag testszerű oldalával foglalkozik. A természettudomány és a technika fejlődésének első szakaszában kizárólag ezt az aspektust vizsgálta. A fizika a tömeget és a tömeg mozgását kutatja. A kémia lényegében a konkrét anyagfajták összekapcsolódásának és szétválásának a tudománya és az atomelmélet szintén ehhez az aspektushoz tartozik, ugyanígy az életről szóló tudomány, a biológia is. Ennek az aspektusnak az uralma a termelés síkján úgy jelentkezik, hogy az anyagi javak termelésének fő problémájául a konkrét anyagfajták feldolgozását és átalakítását tekinti.

A fejlődés második szakaszában, az elektronika megjelenésével, előtérbe nyomul a második aspektus. Termelési vonatkozásban az *elektromos energia* előállítása, átvitele és felhasználása egyenjogúan lép a konkrét anyagfajták feldolgozása és átalakítása mellé. Ettől az időtől veszi kezdetét az a szokás, hogy egy ország ipari teljesítőképességét a népességből egy főre jutó acélmennyiséggel (konkrét anyagfajta aspektusa) és energiamennyiséggel mérjék (energiaaspektus).

Amíg a konkrét anyagfajták feldolgozásának és átalakításának, az energia termelésének és átvitelének a viszonyai egyszerűek voltak, addig az információnak és az organizációnak az előbbi két aspektussal eleve összefüggő problémáit bizonyos mértékig spontán és hallgatólagosan el lehetett intézni. Ahogy azonban a termelés bonyolultsága növekedett, ez már többé nem volt lehetséges.

Az anyag harmadik aspektusának döntő módon való előtérbenyomulása — ha évszámról beszélhetünk és ilyen beszédnek egyáltalán van értelme — 1948-tól számítható. Ekkor nevezik el *Norbert Wiener* matematikus javaslatára a dinamikus önszabályozó rendszerek elméletéről szóló tudományt *kibernetikának* a görög „kormányzó" szó után.

A kibernetika a természetről alkotott elképzeléseinket alapvetően megváltoztatja. A régi felfogás szerint a természeti objektumok és egyúttal a természet maga is gépeknek tekinthetők, amelyek között csak bonyolultságban van különbség. Az egyszerűbb objektum kevesebb fogaskerékből és emelőből áll, a bonyolult viszont többől. Ezt a képet a kibernetika 180°-kal megfordítja. Azt tanítja, hogy a természeti objektumok nem gépek, hanem szervezetek, amelyeknek jól definiálható szervezettségük van, és ezek az objektumok egymástól éppen szervezettségük mértékében különböznek. A szervezettség mértékéül az objektum információtartalma szolgál. Az anyag és energia között matematikai kapcsolat van, amit *Einstein* híres anyag-energia egyenletében rögzít. Ehhez hasonló kapcsolat létezik az energia és információ között, amiként azt az információ elmélet entrópiatétele állítja.

Hívjuk fel még egy érdekes ismeretelméleti problémára a figyelmet. *Descartes óta* meggyökeresedett szokás, hogy a természet vizsgálatában az indukciós módszert alkalmazzák, azaz az egyszerűbből következtet az általánosra, képiesen szólva a bonyolult gépet egyszerű elemekből rakják össze. A kibernetika vizsgálataiban fordítva jár el, mert az összetettet tanulmányozza és ebből törekedik az egyest, az individiumot megérteni.

Mint minden természettudomány, a kibernetika is a természet objektumait tanulmányozza. Érdeklődése azonban főleg a nagyfokú szervezettséget mutató objektumok, a dinamikus önszabályozó rendszerek felé irányul. Ezeket vizsgálja sajátos módszereivel, kibernetikai gépeivel, amelyek közül az elektronikus számítógéppel a történelemben először oldódott meg az ember szellemi tevékenységének gépesítése.

Mivel a kibernetika nézőpontjából egy vállalat, egy üzemrész, egy hivatal, sőt továbbmenve egy technológiai folyamat, mint természeti objektum dinamikus önszabályozó rendszer, azért a termelésben az információaspektus úgy jelentkezik, mint vezérlési és szabályozástechnika. Mindkettő alapköve az automatizált termelésnek.

Nyilvánvaló, hogy egy üzem, egy vállalat, mint dinamikus önszabályozó rendszer kibernetikai vizsgálatánál a hagyománytól eltérő matematikai módszereket kell kifejleszteni, illetve alkalmazni. Így kialakul az erre a célra szolgáló matematikai rendszerek komplexuma, amelyet műveletkutatásnak (idegen szóval *„operation research"-nek*) nevezünk.

A műveletkutatás egy-egy eljárásának központjában rendszerint valamilyen *optimum* kiszámítása áll. Az optimum: a legelőnyösebb megoldás — egy vagy több szempont szerint elérhető legmagasabb érték.

A lineáris programozás

A műveletkutatásban igen gyakran alkalmazzák a lineáris programozást, amely nem tévesztendő össze a számítógép programozásával. *Általában*

* A Vaskohászati Szakosztály ápr. 21-i vezetőségválasztó ülésen tartott előadás rövidített anyaga.

olyan esetekben hívható segítségül a lineáris programozás, amikor lineáris összefüggések állnak fenn, azaz: a szereplő mennyiségek között egyenes arányosság van, mint pl. a termékmennyiség és az előállításához szükséges erőforrások között. Minél több terméket kívánunk előállítani, annál több erőforrást (gépet, munkaerőt, termelőterületet, anyagot, pénzösszeget stb.) kell felhasználni.

A lineáris programozás útján különböző optimumokat számítunk. Ugyanazon technikai adottságokat figyelembe véve kereshetjük a maximális termékmennyiséget, a maximális árbevételt, de a minimális önköltséget, a minimális munkaidőráfordítást, a minimális import-anyag felhasználást vagy a deviza-igényességet is.

A lineáris programozásnak műfajilag tiszta esete az úgynevezett *szállítási probléma*. Ilyen probléma pl. a következő:

Valamely gyár termékeit különböző helyekre (ratárakba) kell elszállítani. Több műhely termékei esetleg több raktár között válogathatnak. Adott, hogy az egyes műhelyek a szóban forgó időszakban mennyi terméket állítanak elő (azaz hány m^2-nyi, ill. m^3-nyi helyet igényelnek az egész raktárkapacitásból); adott, hogy melyik raktár milyen messze van az egyes műhelyektől (azaz mekkorák a szállítási költségek); adott továbbá, hogy melyik raktárnak mennyi a tárolási kapacitása. Kérdés: melyik műhelyből — melyik raktárba — milyen mennyiségű árut kell szállítani úgy, hogy az a szállítási költség minimális alakulását biztosítsa.

Gyakran keresnek választ a művelet-kutatás eljárásaival a következő kérdésre: milyen mennyiségben kell gyártani egy vállalatnak ahhoz, hogy a nyereség a maximumra emelkedjék.

Az első pillanatra talán úgy dönthetnénk, hogy az ideális termékösszetétel kizárólag abból az egyetlen termékfajtából áll, amelynek egysége a legnagyobb nyereséget ígéri. Ennek a megállapításához természetesen nincs szükség programozásra. A valóságban azonban a dolog nem ilyen egyszerű. Lehetséges, hogy a maximális nyereséget ígérő termékfajtákból csak kis mennyiség állítható elő, minthogy a termelésre berendezkedett üzem terlőkapacitása kicsi. Számításba kell venni a technikai korlátozó feltételeket, sőt esetleg olyan feltételeket is, amelyek a termelés technikai feltételeinek a körén kívül esnek (pl. a nyersanyag beszerzés piaci lehetőségei, a hatósági előírások, valuta takarékosság stb.). Ezeket a korlátozó tényezőket az úgynevezett *feltételi egyenletekben* fejezik ki.

Nemcsak olyan optimális termékösszeállítást kereshetünk ki, amely optimális (maximális) nyereséggel kecsegtet. Hanem olyat is, amely optimális a munkaráfordítás tekintetében (azaz a legkevesebb munkaidőt igényli), amely optimális a devizaigényesség tekintetében (vagyis a legkevesebb devizaigényes importanyag szükséges hozzá).

Készíthetünk programokat optimális anyagfelhasználási normák megállapítására. Ha pl. egy hideghengerműben a megrendelt lemezek darabjait egy lemeztekercsből kell kimetszeni, akkor az optimális tekercsszélességet meghatározhatjuk pl. lineáris programozással. Az ilyen optimális leszabási terv nagy megtakarítást eredményezhet.

Sokszor gondot okoz, hogy milyen nyersanyagokat használjunk fel a termék gyártásához. Ez az eset fordul elő pl. a nagyolvasztó műnél, ahol több ércfajta áll rendelkezésre. A válogatásnál azonban számításba kell venni az ércfajták árát, azok technológiai tulajdonságait, a rendelkezésre álló mennyiséget stb. A legkisebb költséggel gyártható elegyösszetétel meghatározása szintén lineáris programozáshoz vezet.

A művelet-kutatás legjellegzetesebb esetei

A művelet-kutatás foglalkozik a következő problémával:

Milyen technológiát alkalmazzunk, illetve a technológiák milyen kombinációja tekinthető optimálisnak valamely termék előállításánál. Így pl. megtörténhet, hogy a következő technológia kombinációk között válogathatunk:

1. Precíziós öntés + forgácsolás
2. Acélöntés + forgácsolás
3. Szürkevas öntés + forgácsolás
4. Süllyesztékes kovácsolás + forgácsolás
5. Kizárólag forgácsolás.

Mindegyik technológiai kombinációhoz más-más nyersanyag és munkaidő-szükséglet tartozik. Ezekből meghatározhatók az egyes technológiai változatok költségkihatásai. Optimumként itt rendszerint olyan technológiai kombinációkat keresünk, amelyekkel ugyanolyan minőségű, azonos termékmennyiséget minimális költséggel állíthatunk elő.

Az üzemi jellegű termelési problémák sorában meg kell említenünk a *profilozást* is. A több üzemből álló nagy kohászati vállalatok rendszerint azonos termékfajtákat állítanak elő, de más-más költséggel és hatásfokkal. Ilyenkor felmerül az a kérdés, hogy miként osztható meg — bizonyos előre megadott optimum kritériumok szerint — a leghelyesebben a profil. Tekinthetjük optimumként a termelési volumen maximumát, de azt is, hogy a vállalati összköltség minimális legyen. Az ilyen profilelosztási problémák természetesen tágabb keretek között pl. vaskohászati szinten jelentkezhetnek.

Külön csoportba gyűjthetjük azokat a művelet-kutatási problémákat, amelyek az üzem termelési programjaival függnek össze:

Hogyan darabolható fel a legésszerűbben az idő, hogyan osztható el a legjobban a termelési területek és a műszakok között a létszám, milyen ütemben készüljenek el a beruházások, hogy a termelési láncban azonnal egymáshoz kapcsolódjanak. Az időprogramra rendszerint meghatározó erőként hatnak a gyáron kívül jelentkező kényszerítő feltételek is: pl. a kereskedelem igényei vagy a kooperációs szerződések. A műhelyek között úgy kell megosztani a feladatokat, hogy az üzem minden egyes gyártási időszakban teljesíteni tudja szerződéseit, éspedig minimális önköltséggel (beleértve a raktározási költségeket is) termelve. Ha ugyanis valamely gyártási időszakban több terméket állítanak elő, mint amennyit a kereskedelem felszív, akkor a különbözetet tárolási költség terheli.

Komplex kutatási, gyártmányfejlesztési és termelési feladatok esetében úgy kell az egyes időszaka-

kokban végrehajtandó feladatokat előre fölmérni, hogy az időszakok végpontjain összefussanak mindazok az eredmények, amelyek a következő szakasz megalapozásához, mint előfeltételek nélkülözhetetlenek. Ha valamelyik végponton hiányzik egy-egy tényező, akkor esetleg nem léphetünk be a következő fázisba. Ilyenkor várni kell és a kieső időben a tudományos és termelő munkaerő pazarolódik, hacsak nem gondoskodnak előre olyan alternatívákról, amelyeknél a szóban forgó tényező kiesését figyelembe vehetjük. Az ilyen bonyolult és dinamikus kapcsolatokat megállapító időprogramokat CPM (Critical Path Method), PERT (Program Evaluation Research Task) és más módszerek segítségével tervezik.

Ügyvitelgépesítés számítógéppel

A kibernetika a vállalatot mint dinamikus önszabályozó rendszert az információs áramlás szempontjából is vizsgálja. Ennek eredménye az ügyvitelgépesítés elektronikus számítógépekkel. Itt tulajdonképpen az előzetes programozás a legnehezebb feladat. Teljes pontossággal meg kell állapítani, hogy mi zajlik le az adminisztrációban, hogy kerül az ügydarab egyik íróasztaltól a másikig és milyen változások történnek vele. Ha az adminisztrációs hálózat a kelleténél bonyolultabb, akkor a logikai-algebra műveleteinek segítségével a lehető legegyszerűbb alakra hozzák. Ily módon elkészíthető egy olyan algoritmus, amely az összes ügyviteli folyamatokat leírja, s amelyet az elektronikus számítógép a mindig változó ügyviteli adatokkal lejátszik. Az algoritmus segítségével a gép könyvel, adatokat rendszerez, adatokat válogat ki meghatározott szempontok szerint, bizonylatokat állít ki, meghatározott értékek túllépése esetén figyelmeztetéseket, utasításokat bocsát ki. Pl. utánrendelést eszközöl abban az esetben, ha egy meghatározott termék raktárkészlete a megadott szint alá süllyed; felszólítást küld, ha a vevő határidőre nem tesz eleget fizetési kötelezettségének; felbontja a megrendeléseket az egyes üzemrészeknek, a tervező irodáknak és a raktáraknak szóló utasításokká stb.

A gép a programnak megfelelően automatikusan levelezhet is.

Az ügyvitelgépesítés előnye nemcsak az emberi munka megtakarításában, hanem a gépi munka pontosságának előnyeiben is jelentkezik. További előnyük a könyvelés naprakész, sőt órakész állapota és ami a legdöntőbb, az a körülmény, hogy az igazgatásnak a szükséges adatok valamely döntés meghozatalához a kellő időben rendelkezésre állnak.

Nálunk a vaskohászatban elsőként a Dunai Vasműben, majd a Lenin Kohászati Művekben fogtak hozzá az ügyvitelgépesítéshez elektronikus számítógépek segítségével.

Másik példának szeretném felemlíteni azt az információt, amelyet a Control Data szakembereitől kaptunk.

Az ISCOR (Dél-Afrika) vezetősége 1965-ben határozta el, hogy vállalatainál: Newcastle (nyersvas), Pretoria (profil acél), Vanderbill Park (melegen-, hidegen hengerelt, ónozott lemez) *az adminisztrációt* (rendelés-, anyag-, személyi nyilvántartás, számvitel) *és a termelésirányítást számítógépekkel végezteti el.* Az adminisztrációt centrálisan szervezték meg, a termelésirányítást minden vállalatra külön-külön. Az új rendszer kidolgozása és megvalósítása kb. 3 évet vett igénybe. *A gazdasági eredmény: kb. 5% termelékenységnövekedés.* (A Control Data szakembereinek közlése.)

A folyamatszabályozás számítógéppel

A kibernetikának az ipar szempontjából rendkívül lényeges alkalmazása a technológiai folyamatok vezérlése. A vezérlés azonban (elektronikus számítógépek segítségével) csak abban az esetben lehetséges, ha a technológiai folyamat matematikai modelljét elkészítettük. Az ilyen matematikai modell elkészítése igen nagy kutató munkát igényel. A matematikai modell megalkotása után még meg kell állapítani az úgynevezett célfüggvényeket, vagyis matematikailag meg kell fogalmazni, hogy a szabályozás során milyen optimumok elérésére törekedjünk.

A kohászatban a különféle technológiáknak a folyamatszabályozásban való részesedése a következő:

Technológia	%-os részesedés
Ércelőkészítés	2
Nyersvasgyártás	2,5
LD acélgyártás	20
Elektroacélgyártás	6
Hengerlés	38
Tuskómelegítés (mélykemence)	2
Erőátvitel	4,5
Laboratórium	6
Egyéb	19

A számítógépeket folyamatvezérlésre legkiterjedtebben a *hengerművekben* (a meleg-, a lemez-, a hideg-, és az előnyújtó hengersoroknál) és az *LD-konvertereknél* használják, de intenzív kutatások folynak főleg az ércelőkészítés, nyersvas és elektroacélgyártás területén való alkalmazás vonalán is.

Ezt tükrözte a Német Vaskohászok Egyesülete (VDEh) által 1970-ben Luxemburgban, ill. Düsseldorfban rendezett Nemzetközi Kohászati Automatizálási konferencia is. 1968 közepén az USA acéliparában 132 folyamatszabályozó számítógép dolgozott. Ebből 40 a hengerművekben, 22 LD konvertereknél, 13 kiegészítő műveleteknél (lágyítás, horganyzás, galvanizálás stb.), 4 nagyolvasztóknál.

A szocialista országokban — a tőkés államokhoz hasonlóan — egyre kiterjedtebben alkalmazzák az elektronikus számítógépeket a kohászati folyamatok irányítása területén.

A hasznosításban élen jár a Szovjetunió, de igen jelentős munkát teljesítettek már eddig is a Német Demokratikus Köztársaságban, a Csehszlovák Szocialista Köztársaságban, a Lengyel Népköztársaságban. Ennek a munkának az eredményei részben az ide vonatkozó szakirodalomból, részben a különféle tanulmányúti jelentésekből megismerhetők.

Nálunk elsőként a Lenin Kohászati Művekben foglalkoztak folyamatirányítással (a nagyolvasztó vonatkozásában).

Számítógépek a tudományos információ szolgálatában

Röviden emlékezzünk még meg a kibernetikai gépeknek a tudományos kutatásban betöltött szerepéről.

A számítógép nagy műveleti sebessége (másodpercenként több ezer, többször tízezer, vagy többször százezer, sőt ma már milliós nagyságrendű művelettömeg) lehetségessé teszi, hogy olyan számításokat végeztessünk el vele, amelyek korábban gyakorlatilag megoldhatatlannak látszottak a munkaerő, illetve a munkaidő hiánya miatt.

A sokféle lehetséges számítás közül példaként említsük meg a táblázatok készítését, sok ismeretlent tartalmazó lineáris és nem lineáris egyenletrendszerek megoldását stb.

Egyre növekvő jelentőségük van azonban ezeknek a gépeknek, a *műszaki dokumentáció* területén is.

A tudományos kutatás szolgáltatta adatok mennyisége évről évre gyarapodik. Becslések szerint az egész világon folytatott kutató-munka esztendőnként mintegy 10%-kal növekedik. Csak a természettudományok és a technika szakterületein 100 ezernél több szakfolyóirat és 300-nál több dokumentációs folyóirat jelenik meg a világon. A szakkönyvek és tanulmányok száma esztendőnként meghaladja a 100 ezret, a nyilvánosságra hozott szabadalmak száma 300 ezer, a kutatási jelentések száma pedig a 200 ezret. Feltételezhetjük, hogy az ezekben a közleményekben megtestesülő információ-tömeg hasonló arányban gazdagodik. A tudományos információk halmaza tehát exponenciálisan növekszik.

Ha a tudományos információkat nem tárolják és nem rendszerezik megfelelően, akkor két veszély állandósul. Az egyik az, hogy a *tudományos információ holttőkévé válik*, a másik pedig — szoros összefüggésben az előzővel — abban áll, hogy *párhuzamosan kutatnak* az után, amit már egyszer felfedeztek.

Hatalmas tudományos erők emésztődnek fel így feleslegesen és érvényesül az a közmondás, hogy a bal kéz nem tudja mit csinál a jobb. Itt alkalmazható az elektronikus számítógép, amely külső tárolóival lehetővé teszi a tárolt adatok gyors rendszerezését és biztosítja az elviselhető nagyságrendű várakozási időt.

A kohászati információ számítógépes dokumentálása nálunk még nem valósult meg. Az első kezdeményező lépéseket azonban a Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászati Tanszéke ebben az irányban ez év elején már megtette.

Néhány szót az elektronikus számítógépek nálunk sokat vitatott gazdaságosságáról.

A számítógépek alkalmazásának gazdasági előnyei

Az Európai Gazdaságossági Bizottság egy 1969-ben kelt jelentése megállapítja, hogy az iparvállalatoknak csak 18%-a (a vaskohászatban 12%-a) képes a számítógépek alkalmazásával járó gazdasági hasznot kiszámítani. Ez nem a vállalatvezetés és adminisztráció tökéletlenségét jelenti, hanem inkább azt, hogy *a számítógépek alkalmazásának túl sok olyan előnye van* (a megrendelők jobb kiszolgálása, megbízhatóbb, pontosabb tájékoztatás stb.), *amelyet igen nehéz számadatokkal realizálni*. Ebből az okból kifolyóan a tőkebefektetés megtérülési idejét és a gazdasági eredményt igen nehéz meghatározni. A számítógép előnyei az alkalmazás fokától függően változnak úgy, hogy minél nagyobb az alkalmazás mértéke, annál kisebb a valószínűsége az ilyen számítás lehetőségének.

Az elektronikus számítógépek felhasználásának gazdasági kihatása 288 megkérdezett vállalat által szolgáltatott információk tükrében a következő képet mutatja.

Az elektronikus számítógép ipari alkalmazásának kihatása	A 288 megkérdezett nagy cég által szolgáltatott pozitív válaszok	
	száma	%-os értéke
1. A termék árának csökkenése	238	83
2. A gyártás irányításának javulása	222	76
3. A megrendelők jobb kiszolgálása	212	73
4. A munkáslétszám csökkenése	204	70
5. Nagyobb termelékenység	173	60
6. A versenyképesség javítása	168	58
7. A termelés anyagi tartalékainak csökkenése	137	47
8. Jobb tőkekörforgás	83	29
9. A személyzet jobb munkája	70	24
10. Az eladás növekedése	62	21

Az előadásnak tulajdonképpen az volt a célja, hogy ráirányítsa a figyelmet a kibernetikára és megnyerje a jóindulatot a kibernetika gyermekének, századunk második fele csodálatos alkotásának, az elektronikus számítógépnek a részére. *Hume—Rothery:* Elektronok, atomok, fémek és ötvözetek c. munkája zárószavában a fiatal tudós azt mondja vitatársának, az idős kohásznak: „Csak azok tudják igazán felmérni, hogy mekkora károkat szenved a kohászat a tudományos megalapozottság hiánya miatt, akik például a fizika és a kémia területéről, azaz egzakt tudományos területekről térnek át a kohászat területére".

Válaszoljunk a fiatal tudósnak azzal a mondással, amelyet *Paut Lafargue* emlékirataiban *Marx* kijelentéseként ad vissza: „*Valamely tudomány csak akkor igazán fejlett, ha elérkezett odáig, hogy fel tudja használni a matematikát.* "A kohászat pedig — mint azt a tények sokasága bizonyítja — ma már felhasználja a matematikát.

Meggyőződésünk, hogy a matematika, a kibernetika, az elektronikus számítógépek egyre intenzívebb alkalmazása hozzásegíti a metallurgusokat a kohászati folyamatok, a fémek és ötvözetek tulajdonságainak mélyebb megértéséhez.

IRODALOM

[1] *Lerner A. J.:* A kibernetika alapjai 1971. Budapest.
[2] *Heisenberg W.:* Válogatott tanulmányok. Budapest. 1970.
[3] *Humo—Rothery:* Atomok, elektronok, fémek, ötvözetek. 1955. Budapest.
[4] *Klaus:* Kibernetika és társadalom. 1970.

A termometriás koncentrációmeghatározás technikájának továbbfejlesztése

Dr. SAJÓ ISTVÁN, a kémiai tudományok kandidátusa, tud. osztályvezető
Vasipari Kutató Intézet

DK: 541.12.03 : 543.226

A termometriás koncentrációmeghatározás során a környezettel végbemenő hőkicserélődésből származó hibák számítással vagy méréstechnikailag korrigálhatók. A párolgásból és egyéb okokból származó hőveszteséget először kaloriferrel kompenzálták. Később rátértek az alaphiddal szembekapcsolt, folyamatosan szabályozható segédmérőhíd használatára, valamint bevezették a differencia-módszert. Legcélszerűbb a hőmérsékletváltozás helyett a hőmérsékletváltozás deriváltjának mérése, mert ez esetben az egyenletes sebességgel végbemenő folyamatok nyomán előálló hőmérsékletváltozások hatása kiesik.

A vizsgálatok során differencia módszert használtunk. Itt két, egymással szembekapcsolt termisztorral mértünk, amelyet a próbaoldatba és a vakpróba oldatába merültek. Kompenzáltunk differencia-módszerrel és késleltetett termisztorral. A két szembekapcsolt termisztor közül az egyiket hőszigetelő védőréteggel láttuk el és mindkét termisztort ugyanabba a próbaoldatba merítettük. Végül helyesbítettünk azáltal, hogy nem magát a hőmérsékletelváltozást, hanem a hőmérsékletváltozás deriváltját mértük. Ekkor az egyenletes sebességgel végbemenő folyamatok nyomán előálló hőmérsékletváltozások kiesnek.

*

Mint ismeretes, gyakorlatilag minden kémiai átalakulás reakcióhővel jár és a reakció során felszabaduló, vagy abszorbeált hőmennyiség arányos a képződött reakció-termékek mennyiségével. Ha a reakció során azokat a paramétereket, melyek a rendszer hőkapacitását megszabják, konstans értéken tartjuk, akkor nemcsak a hőmennyiség, hanem magának a rendszernek — vagy oldatos módszerek esetén a próbaoldatnak — a hőmérsékletváltozása is arányos a keresett komponens koncentrációjával. Ebben az esetben — amint az előző években kimutattuk —, a keresett komponens koncentrációja és a próbaoldat hőmérsékletváltozása között az alábbi összefüggés áll fenn [1]:

$$c = K \cdot \Delta T$$

ahol c a meghatározandó komponens koncentrációja,

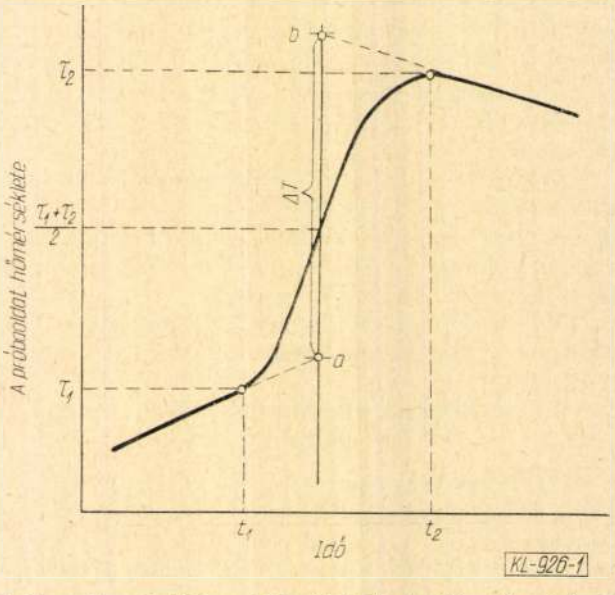
K a rendszerre jellemző állandó,

ΔT a próbaoldatnak a reakció során előálló hőmérsékletváltozása.

A fenti összefüggésből látható, hogy alkalmas kísérleti körülmények között, *a keresett komponens koncentrációja egyetlen mérési adatból, a próbaoldat hőmérsékletváltozásából meghatározható.*

A termometriás módszerek lényege, hogy különböző sebességű kémiai reakciókkal előidézett hőmérsékletváltozásokat fizikai módszerekkel mérünk. A hőmérsékletmérés nem szintetikus, hanem dinamikus jellegű. Igen nagy hőtehetetlenségű, sztatikus rendszerben végzett hőmérsékletmérés esetében nem jelent különösebb műszaki problémát olyan villamos hőmérők szerkesztése, melyekkel az oldat hőmérsékletét a megkövetelt hibahatárokon belül mérhetjük. Kis hőtehetetlenségű rendszerek esetében azonban, amikor hosszabb-rövidebb idő alatt lejátszódó reakciók következtében előálló hőmérsékletváltozásokat kell mérnünk, a hőmérsékletváltozást a reakciótól független külső tényezők is befolyásolják. A mérés pontosságát ekkor elsősorban az szabja meg, hogy ezen másodlagos, zavaró hőeffektusokat hogyan tudjuk kikapcsolni. Ezért fordítottunk különösen nagy gondot a környezettel kapcsolatos hőkicserélődésből származó hibák kiküszöbölésére. Az eddig felismert lehetőségeket az alábbiakban mutatjuk be:

a) A környezettel kapcsolatos hőkicserélődésből származó hibák könnyen korrigálhatók, ha az érzékelő műszert regisztrálóval kötjük össze és felvesszük a próbaoldat hőmérsékletváltozását az előperiódusban, a főperiódusban és az utóperiódusban. Az így felvett *termogram* alapján a próbaoldat valódi hőmérsékletváltozását a kalorimetriában szokásos módszerekkel, például grafikus eljárással *(1. ábra)*; vagy pontosabb mérések esetén planimetrálással, esetleg kémikus integrálással határozhatjuk meg. — A *grafikus eljárást* elsősorban akkor alkalmazzuk, ha a környezettel való hőkicserélődés kicsi és ha nem törekszünk nagy pontosságra. E módszer szerint úgy járunk el, hogy felvesszük az oldat hőmérsékletváltozását az elő-, fő- és utóperiódusban, majd az így kapott termogramon meghatározzuk a főperiódus kezdetének megfelelő τ_1 és végének megfelelő τ_2 hőmérsékleteket. Ezután a $\tau_1 + \tau_2$-értéknek megfelelő időpontban az abszcisszára merőlegest állítunk, majd az elő- és utó-

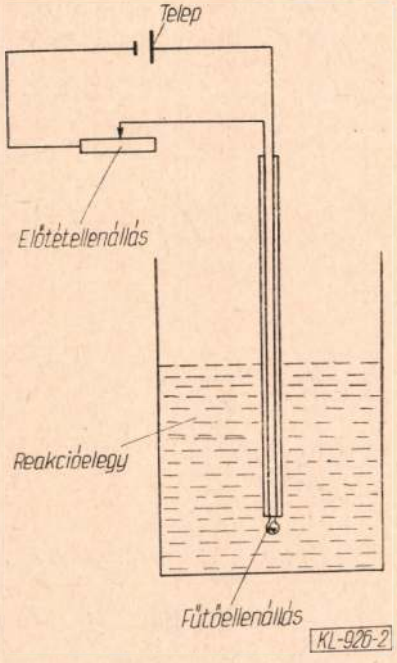


1. ábra. A reakcióelegy ΔT valódi hőmérsékletváltozásának grafikus meghatározása

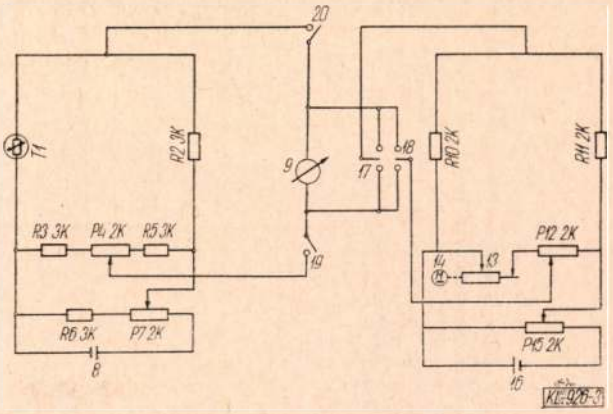
periódusnak megfelelő egyenes szakaszokat ezen merőlegesig meghosszabítjuk. A metszéspontok *ab* ordinátakülönbségeit kiszámítva, kapjuk a ΔT értékét. (Vö. az 1. ábrával.)

b) A hőcsere-korrekciók meghatározása az előző pontban ismertetett módszerrel sokszor nehézkes, ezért a továbbiakban olyan méréstechnika kialakítására törekedtünk, amellyel a korrigálást elkerülhetjük. Az elméleti megfontolások és a kísérletek azt mutatják, hogy a próbaoldat hőmérsékletének változását akkor mérhetjük a legreprodukálhatóbban, ha az előperiódusban a környezettel való hőkicserélődését gyakorlatilag megszüntetjük; azaz a főreakciót mindig izoterm, vagy kváziizoterm rendszerben indítjuk el. Ilyen esetben az előperiódusnak az időtengellyel párhuzamos, vízszintes vonalszakasz felel meg. Ennek a megvalósítását először *kalorifer* beépítésével értük el *(2. ábra)*. A módszer lényege, hogy a próbaoldat kiindulási hőmérsékletét a környezet hőmérsékleténél valamivel magasabbra állítjuk. Ebben az esetben a próbaoldat a párolgási hő következtében csak kis mértékben hűl. A próbaoldatnak ezt a hűlését a próbaoldatba merülő fűtőeszközzel, kaloriferrel egyszerűen kompenzálhatjuk, ha a kalorifer teljesítménye megfelelő előtétellenállás közbeiktatásával tág határok között folyamatosan és érzékenyen változtatható. Ekkor ugyanis elérhető, hogy a fűtőtesttel bevitt kalóriamennyiség az időegység alatt azonos legyen a párolgás és hősugárzás, továbbá hővezetés által a környezetnek átadott kalória mennyiséggel [1, 2]. E megoldással elérhető, hogy a próbaoldat hőmérséklete néhány 3—4 percnyi időtartamra gyakorlatilag változatlan maradjon, mely időtartam egy-egy mérés elvégzéséhez elegendő. Az izoterm vagy kváziizoterm rendszer kialakulását az érzékelő műszeren követhetjük.

A kalorifereknek általában jelentős tehetetlenségük van, ezért a hőegyensúly beállítása 2—3 perces manuális munkát igényel; ugyanakkor elég



2. ábra. Kalorifer, a környezetnek átadott hő kompenzálására

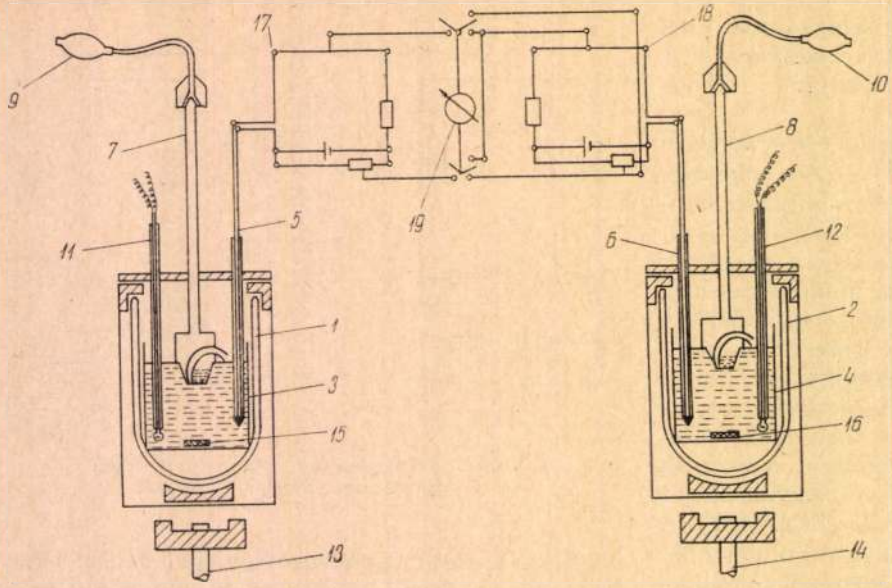


3. ábra. A környezettel való hőkicserélődés kompenzálása ellenfeszültséggel

nagy kiterjedésű szerkezeti elemeket kellett elhelyeznünk az egyéb szerkezeti elemekkel amúgy is túlzsúfolt, aránylag kicsi mérőtérben. Ezért további kutatásainkban arra törekedtünk, hogy a környezettel való hőkicserélődést lehetőleg a mérőcellán kívül, a kalorifer elhagyásával, tisztán elektromos úton kompenzáljuk.

c) Az elő-, fő- és utóperiódusban bekövetkező hőmérsékletváltozást többszáz meghatározás során felvéve azt tapasztaltuk, hogy a környezettel való hőkicserélődés még aránylag hosszú, 5—10 perces időtartamok alatt is az előperiódusban gyakorlatilag lineárisnak tekinthető. Ez azt jelenti, hogy ilyen időközökben, ha termisztort használunk érzékelőként, a termisztor ellenállása a környezettel való hőkicserélődés következtében gyakorlatilag egyenletesen nő vagy csökken attól függően, hogy az előperiódusban a próbaoldat hűl vagy melegszik-e. A termisztor ilyen egyenletes ellenállásváltozása megfelelő *szimulátor* beépítésével tisztán méréstechnikai úton kompenzálható. A szimulátor kialakítását a gyakorlatban úgy oldottuk meg *(3. ábra)*, hogy az érzékelő műszer mérési pontjaira az alaphíddal szembekötött segédmérőhidat kapcsoltunk. A segédmérőhidat úgy képeztük ki, hogy a mérőhíd egyik karjának ellenállását folyamatosan növelni vagy csökkenteni tudjuk. A segédhíd egyik ágába Kohlrausch-dobot építettünk be; a Kohlrausch-dobot forgató motor sebességét pedig tág határok között tudjuk változtatni. Ezáltal elérhetjük, hogy a segédmérőhíd mérési pontjain a feszültségváltozás sebessége ugyanakkora legyen, mint az alapmérőhíd mérési pontjain, a próbaoldatnak a környezettel való hőkicserélődése következtében előálló feszültségváltozás sebessége. Mivel a két hidat egymással szembekapcsoltuk, a feszültségváltozások egymást kompenzálják. Ugyanez elérhető úgy is, hogy a Kohlrausch-dob sebességét állandónak tartjuk, viszont a segédmérőhíd munkapontjaira adott feszültséget változtatjuk. Ezzel a módszerrel a próbaoldatnak a környezettel való hőkicserélődése következtében előálló zavaró hőeffektusok aránylag kevés manuális munkával, szinte tehetetlenség nélkül kompenzálhatók [3].

d) A környezettel való hőkicserélődés okozta hőmérsékletváltozás *differencia-módszerrel* is kompenzálható. Ennek az először *Keily*, és *Hume* [4] ál-

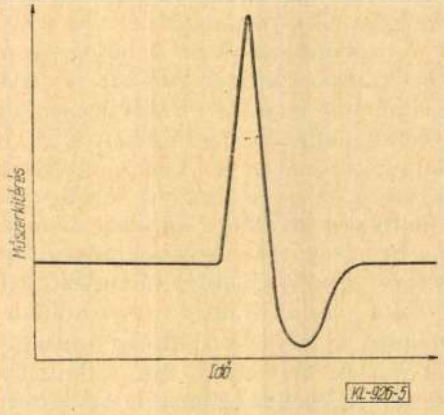


4. ábra. A környezettel való hőkicserélődés kompenzálása differencia-módszerrel

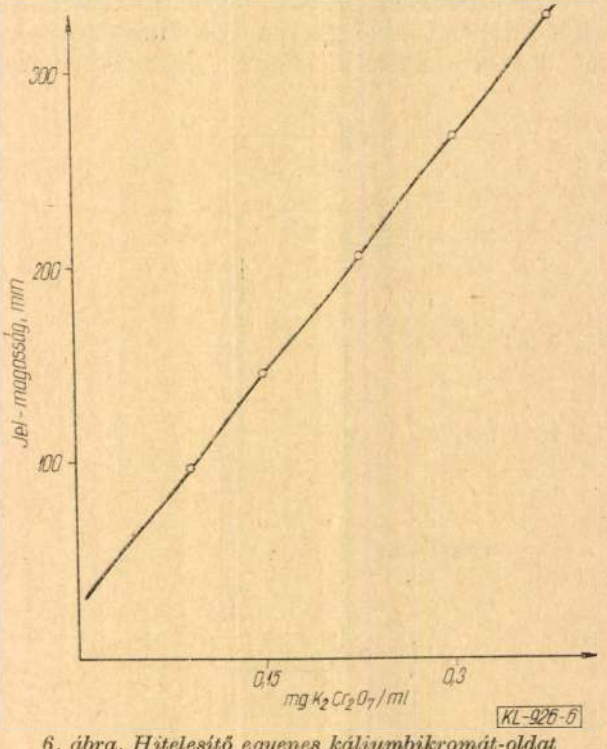
1, 2 — Dewar-edény; *3, 4* műanyagpohár; *5, 6* termisztor; *7, 8* reagensadagoló; *9,10* légszivattyú; *11, 12* kalorifer; *13...16* mágneses keverő; *17, 18* termisztorhidak; *19* érzékelő műszer

tal a termometriás titrálásokban alkalmazott módszernek az a lényege, hogy a meghatározásokhoz két oldatot, egy próbaoldatot és egy vakpróba oldatot használ. Mindkét oldatban, egymással szembekapcsolt elektromos hőmérővel méri a hőmérsékletváltozást. Mindkét oldat kiindulási hőmérsékletát azonos értékre állítja. A környezettel való hőkicserélődés következtében így mindkét oldat azonos mértékben hűl vagy melegszik, ha a meghatározásokhoz azonos hőszigetelésű és azonos geometriájú mérőcellákat használunk. Mivel a két oldat hőmérséklete azonos sebességgel változik, az oldatokba merülő termisztorok ellenállása is azonos sebességgel változik. A két, egymással szembekapcsolt termisztorhíd mérési pontjain azonos, de egymással ellentétes feszültségváltozás lép fel, melyek egymást kompenzálják. Ezáltal az előperiódusban egyszerűen kialakítható a kváziizoterm rendszer. — A berendezés vázlatos rajzát a *4. ábrán* mutatjuk be [4, 5].

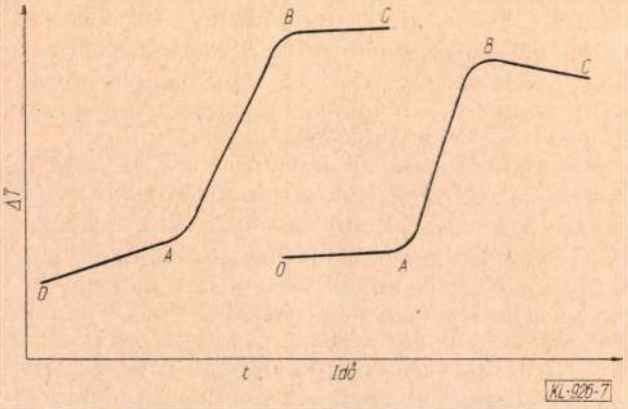
e) Az előperiódusban az időtengellyel párhuzamos, lineáris szakasz kialakítható *egyetlen mérőcellában*, azaz magában a próbaoldatban is, ha a két, egymással szembekapcsolt termisztort ugyanabba a próbaoldatba merítjük, de az egyik termisztort hőszigetelő védőréteggel látjuk el. Az utóbbi termisztor ellenállásának változását ezáltal a másik termisztorhoz képest késleltetjük. Egy-két perc várakozási idő alatt mindkét termisztor felveszi a próbaoldat hőmérsékletét és az előperiódus lineárissá válik. A főperiódus megindításakor viszont a próbaoldatban előálló hirtelen hőmérsékletváltozás hatására a szigetelés nélküli termisztor azonnal átveszi a próbaoldat hőmérsékletét, míg a késleltetett termisztor csak fokozatosan. Ha a hőmérsékletváltozás hatására kapott feszültségváltozást regisztráljuk, a regisztrátumon éles csúcs jelentkezik, amelynek magassága egyenesen arányos a keresett komponens koncentrációjával *(5. ábra)*. Különböző koncentrációjú káliumbikromát oldatokat aszkorbinsavval redukáltunk, miközben a hőmérséklet változását jelző feszültségváltozásokat regisztráltuk. A mért csúcsmagasságokat a koncentráció függvényében ábrázolva, a *6. ábrához* jutottunk.



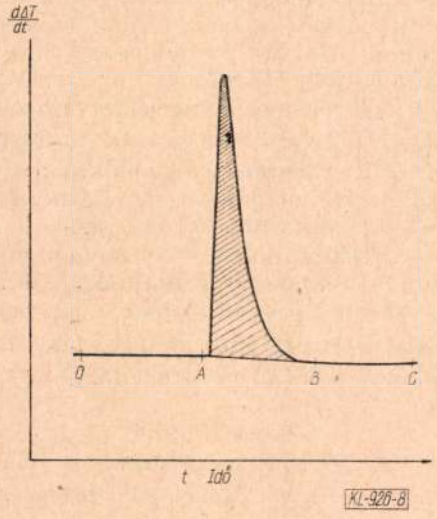
5. ábra. Szigetelten és szigetelt termisztorokkal felvett termogram



6. ábra. Hitelesítő egyenes káliumbikromát-oldat koncentrációjának meghatározására, fékezett termisztorokkal felvéve



7. ábra. Különböző kiindulási próbaoldatok termogramja az elő-, fő- és utóperiódusban



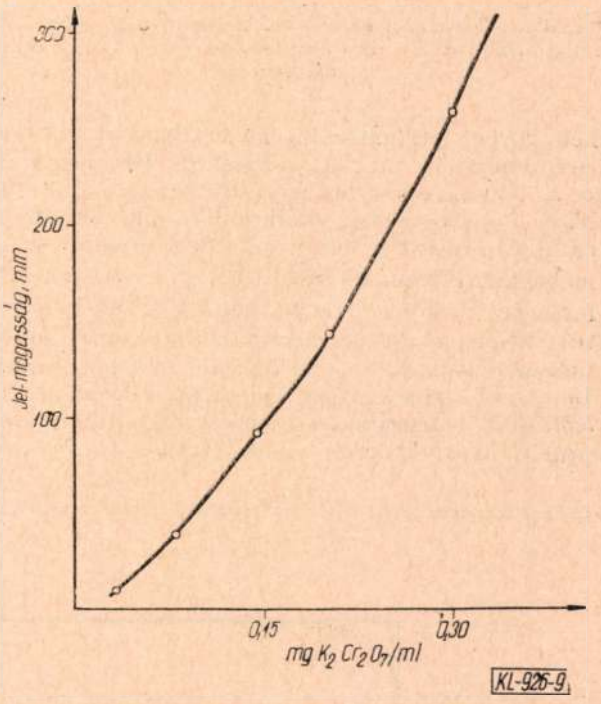
8. ábra. Egy próbaoldat hőmérsékletváltozásának deriváltja az elő-, a fő- és az utóperiódusban

f) Felrajzolva az egyenletes járású kalorimétereknél az elő-, fő- és utóperiódust *(7. ábra)* megállapítható, hogy az elő-, és utóperiódusban az idő függvényében felrajzolt hőmérsékletváltozásoknak különböző hajlásszögű lineáris szakaszok felelnek meg. Különböző hajlásszögű egyenesek deriváltja viszont — mint ismeretes — konstans. Ha tehát nem a hőmérsékletváltozást, hanem annak deriváltját, a hőmérsékletváltozás sebességét mérjük, akkor az elő-, és utóperiódusban egyenletes sebességgel végbemenő hőkicserélődés esetén az időtengellyel párhuzamos egyeneseket kell kapnunk. Deriválással nyert görbét mutatunk be a *8. ábrán*. A $d\,\Delta T/dt$ mérése a ΔT helyett, azzal az előnnyel jár, hogy a próbaoldatok kiindulási hőmérsékletét nem kell különös gonddal a mérőcella hőmérsékletére állítani ahhoz, hogy a környezettel való hőkicserélődés következtében előálló zavaró hőeffektusokat kiküszöböljük [6].

A kísérletekhez azonos koncentrációjú káliumbikromát oldatokat aszkorbinsavval redukáltunk, miközben az oldatok hőmérsékletváltozását és a hőmérsékletváltozás deriváltját mértük, a környezet hőmérsékletétől ± 10 °C-kal eltérő hőmérséklet-intervallumban. Az *1. táblázat*ban ezen mérések során kapott eredményeket tüntetjük fel. Mint a táblázat adataiból látható, a derivált mérése esetén a próbaoldatnak a környezettől eltérő hőmérséklete következtében csak kevéssé változik a maximális kitérés, míg a ΔT közvetlen mérése esetén egy-két °C-nál nagyobb hőmérsékletkülönbség esetében az eredmények gyakorlatilag használhatatlanok.

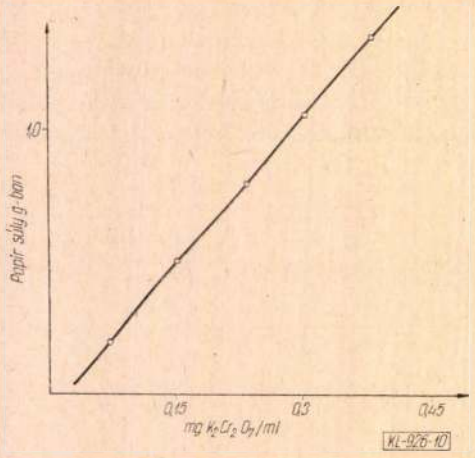
1. táblázat

A próbaoldat hőmérséklete °C	Szoba-hőmérséklet °C	A próbaoldat hőmérséklet-változása 1′ alatt	A $d\Delta T/dt$ maximuma
16	26	147	112
17	26	145	112
18	26	142	112
19	26	140	111
20	26	137	111
21	26	135	111
22	26	132	111
23	26	129	111
24	26	126	111
25	26	124	111
26	26	122	111
27	26	118	110
28	26	116	110
29	26	112	110
30	26	108	110
31	26	105	110
32	26	101	109
33	26	97	109
34	26	92	109
35	26	88	109
36	26	84	108

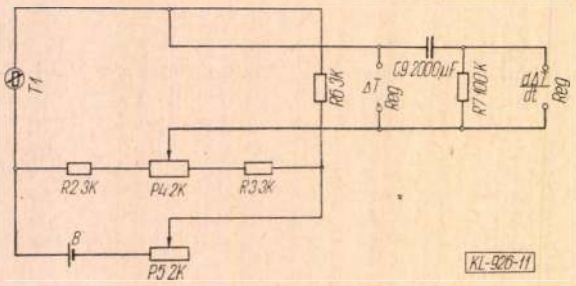


9. ábra. Kiértékelő görbe káliumbikromát oldatok koncentrációjának meghatározásához; a hőmérsékletváltozás deriváltjának maximum-értékei alapján felvéve

A deriváltak mérésekor az eredményeket kétféleképpen értékeljük ki. Az első módszer szerint különböző koncentrációjú oldatokkal hitelesítő görbét veszünk fel úgy, hogy a derivált görbe maximum-(exoterm), vagy minimum-(endoterm); azaz $d^2\Delta T/dt^2=0$ értékeit rajzoljuk fel a koncentráció függvényében. Az így meghatározott kiérté-



10. ábra. Kiértékelő egyenes káliumbikromát-oldatok koncentrációjának meghatározására, a hőmérsékletváltozás deriváltjának integrálásával nyert értékek alapján felrajzolva



11. ábra. Termometriás elemzőberendezés kapcsolási vázlata, amely mind a ΔT, mind annak deriváltja felvételére alkalmas

kelő görbét használhatjuk ismeretlen oldatok koncentrációjának meghatározásához. Ezt mutatjuk be a *9. ábrán*, amelyhez úgy jutottunk, hogy különböző koncentrációjú káliumbikromát oldatokat aszkorbinsavval redukáltunk. Regisztráltuk a hőmérsékletváltozás sebességét, majd a maximális kitéréseket a koncentráció függvényében felrajzoltuk. Ebben az esetben azonban a koncentráció és a csúcsmagasságok közötti összefüggés nem lineáris. Lineárissá válik az összefüggés, ha a deriváltat *integráljuk*. Integrálhatunk elektronikus módszerrel (integráló áramkörrel), planimetrálással, vagy a regisztrált görbe alatti területeknek súlyméréssel való meghatározásával. A *10. ábrán* felrajzoltuk a hőmérsékletváltozás deriválásakor kapott görbék alatti területek súlyméréssel integrált nagyságát, a koncentráció függvényében.

Az általunk használt készülék vázlatos kapcsolási rajzát a *11. ábrán* mutatjuk be. A gyakorlatban egyszerűen kialakítható az olyan készüléktípus, amely egyidejűleg méri a próbaoldat hőmérsékletének változását és annak deriváltját. Az ilyen készülékek igen előnyösnek látszanak reakciókinetikai mérések elvégzésére. Megkezdett munkánkat tovább folytatva, a második derivált felhasználásának lehetőségét keressük a közvetlen termometriás koncentrációmeghatározás esetében.

Az *e)* pontban ismertetett, késleltetett termisztorokat — mint *Gál Ferenctől* szóbeli közlés alapján értesültünk —, már ez ideig is alkalmazták a termometriában titrálások végpontjának meghatározására. Ugyancsak alkalmazták a titrálások végpontjának észlelésére a hőmérsékletváltozások deriválását is [7]. Az általunk javasolt módszer azonban ezektől az alkalmazási módoktól lényegesen különbözik, mivel az említett titrálásnál csupán a jel helyéből következtettek a titráláshoz fogyott mérőoldat térfogatára, és ebből számolták a meghatározandó komponens mennyiségét. A mi esetünkben viszont magának a jelnek a nagysága, vagy a görbe alatti terület, azaz az integrálja arányos a keresett komponens koncentrációjával.

IRODALOM

[1] *Sajó I.—Sipos B.:* Z. Anal. Chem. *222* (1966) 23.
[2] *Sajó I.—Ujváry J.:* Hung. Pat. 152942 lajstromszám.
[3] *Sajó I.:* Termometria, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1971.
[4] *Keily, H. J.—Hume, D. N.:* Anal. Chem. *36* (1964) 543.
[5] *Sajó I.:* Z. anal. Chem. *242* (1968) 165.
[6] *Sajó I.:* A termometriás koncentráció meghatározás fizikai-kémiai alapjai. Előadás, II. Alkalmazott Fizikai-Kémiai Konferencia, Veszprém, 1971.
[7] *Zenchelsky, S. J.—Segatto, P. R.:* Analyt. Chem. *29* (1957) 1856.
[8] *Sajó I.—Ujváry J.—Vajda F.—Sipos A.—Mike K.:* Z. anal. Chem. (Közlés folyamatban).

Fájdalommal tudatjuk, hogy

VARGA FRIGYES

Egyesületünk több mint 15 éven át volt főkönyvelője június 17-én, 76 éves korában, hosszabb betegeskedés után meghalt

Műszaki és gazdasági hírek

Nagyteljesítményű rúdacélhengermű Normandiában

A francia Metallurgique de Normandie egy nagyteljesítményű Morgan-rendszerű rúdhengerművet rendelt a nyugatnémet Siemag-tól. A hengermű 7 állványos előnyújtóból, 6 állványos középsorból, 3 45°-os nem reverzálható készsorból (mindegyik 10 állványos) és 3 Stelmor hűtő-ellenőrző padból fog állni. A kiinduló bugaméret: 105 × 105 × 14 250 mm, a késztermék 5—12 mm átmérőjű rúd. Maximális hengerlési sebesség: 50 m/sec. A hengermű 1973 végén kezdi el a termelést (P)

Metal Bulletin, No. 5613

Felületi keményítés „ionitrálással"

A Klöckner Ionon Gmbh egy új, szabadalmazott eljárást alkalmaz az acél és vas alkatrészek felületének keményítésére. Az „ionitrálás"-nak nevezett eljárás egyaránt alkalmas öntvények, erősen ötvözött acélok, de még golyóstoll-golyók és extruder-csigák felületének keményítésére több méter hosszúságú és néhány tonna súlyú darabok esetén is. Alkalmazásával a tartós hajlítószilárdság és a kopásállóság figyelemre méltó javulása következik be. Az eljárás különösen az autóiparban és a műanyagfeldolgozó gépek területén számíthat érdeklődésre. Több európai ország, az USA és Japán máris a szabadalom megvételét tervezi. (P)

Montan, 199/1971

Tűzálló védőréteg acélhoz

A brit Atomenergiai Hivatal aldermastoni kutatóintézetében olyan habréteget fejlesztettk ki, amely képes megvédeni az acélt a tűztől. (Tűz esetén ugyanis a kereskedelmi acélok 550 °C-on elvesztik teherbíró képességüket.) A kutatók olyan anyagot kerestek, amely nemcsak szilárdan tapad az acélra, hanem felmelegedéskor egyidejűleg meglágyul, a belső gázfejlődés következtében kitágul, s így 200—300 °C között az acélon porózus bevonatot képez. A kutatómunka eredményeképp sikerült egy olyan műgyantát találni, amely mindezen követelményeket kielégíti, azaz tűz esetén ez az acélra felvitt anyag felhabzik, s az acélt mintegy izolálja. Az új védőréteg építőipari alkalmazása a legfontosabb. (P)

Montan Nr. 179/1971

Új alumínium adagolási módszer acélöntésnél

A Nippon Kokan Keihin-i acélművében az acél üstben való csillapítására új módszert vezettek be: gépi adagolással alumínium huzalt juttatnak az üstbe, így a csillapítás röviddel a csapolás után befejeződik. Korábban hagyományos módszerrel, kézi erővel dobálták az alumíniumot az üstbe. Az új nagysebességű alumínium bejuttatási módszer előnyei: javul az alumínium eloszlása az üstben, az alumínium fogyasztás felére csökken, továbbá javul a folyamatosan öntött, majd hengerelt lemez minősége. (P)

Industrial World, 1971. július

Fokozódik a direkt redukciós eljárások jelentősége

Az utóbbi években egyre több szó esik a direkt redukciós eljárásokról, azok előnyeiről. A *mexikói* Puebla Hojalata y Lamina-acélművében már 1957 óta működik direkt redukciós eljárással dolgozó üzem, amely évi 1 millió t-ás nagyságrendű acélgyártáshoz ad elegendő mennyiségű vasat. Az *USA első üzeme* (Oregon Steel, Portland) már két év óta termel (400 000 t/év), sőt a Midland-Ross üzeme is hasonló kapacitással rendelkezik. Az Armco Steel most épít egy 1000 t/nap kapacitású redukáló üzemet Houstonban. *Japán* acélipari vállalatok nemrég kötöttek a Hammersley Iron Pty-vel egy szerződést, amelyben évi 1,4 millió t vasszivacsot kapnak egy ausztráliai SL/RN-eljárással dolgozó üzemből. Az United States Steel reméli, hogy még ebben az évben beindul az 1,5 millió t/év kapacitású venezuelai fluidációs üzeme.

A nagyolvasztóban történő nyersvasgyártást — az igen nagy kapacitású kohókat kivéve — ma már eléggé költségesnek tartják. A legtöbb vállalat minél kevesebb költséggel szeretné az acélgyártáshoz szükséges vasat előállítani. A hulladék mennyiségének csökkenése, árának növekedése, a „mini" acélműveket arra kényszeríti, hogy olcsó hideg betéttel induljanak, hiszen általában új nagyolvasztók létesítése számukra nem fizetődne ki.

Ezért is fordul egyre inkább a figyelem a *direkt redukciós eljárások felé. Kilenc eljárás tart ma leginkább számot az érdeklődésre.*

SL/RN eljárás

A darabos ércet szénnel és mészkővel vagy dolomittal keverik és forgó kemencében 1050—1100 °C-on (érc és meddők olvadáspontja alatt) redukálják, majd a vasat fizikai eljárással választják külön a meddőtől.

Krupp-Renn eljárás

A nagy szilkáttartalmú ércet szén és mészkő adagolás után olaj vagy gázfűtésű forgó csőkemencében 1100—1250 °C-on redukálják, s a termék félig folyós állapotba kerül. Ezt a meddőt is tartalmazó terméket lehűtik, aprítják és a vasat mágneses szeparálással nyerik ki.

Strategic-Udy eljárás

Annyiban különbözik az SL/RN és a Krupp-Renn eljárástól, hogy a redukálást csak részben végzik a forgó kemencében, a redukció befejezése, ill. a termék megolvasztása ívfényes elektrokemencében történik. Az így keletkező folyékony vas összetétele ellenőrizhető.

1. táblázat

Eljárás	Módszer	Tüzelőanyag	Tüzelőanyag felhasználás 100 000* BTU/t vas)	Termék	Redukció foka %
SL/RN	Forgódobos kemence	Folyékony	135—160	Darabos érc vagy pellet	96,8
Krupp-Renn	Forgódobos kemence	Folyékony és gáznemű	220—300	Vasrögök	90—97
Strategic-Udy	Forgódobos kemence	Folyékony és elektr. áram	170	Folyékony vas	—
Hyl	Álló üst	Gázredukció	185—240	Darabos érc vagy pellet	83,9
ESSO-FIOR	Fluidizációs üst	Gázredukció	nem ismert	Brikett	92,5
Nu-Iron	Fluidizációs üst	Gázredukció	140	Brikett	75
Purofer	Aknás kemence	Gázredukció	130	Darabos érc vagy pellet	95-ig
Midrex	Aknás kemence	Gázredukció	70	Darabos érc vagy pellet	95-ig
Armco	Aknás kemence	Gázredukció	170	Pellet	92

Megjegyzés:
*BTU = British thermal unit; 1 BTU = 0,252 kcal

Hyl eljárás

Az ércet vagy pelletet üstkemencébe földgázzal 1000—1100 °C-on vasszivaccsá redukálják, melyet aztán elektrokemencében dolgoznak fel acéllá.

ESSO-FIOR eljárás

Az eljárás finomszemcsés vasércek fluidizációs üstben való redukálását oldja meg; a redukáló anyag hidrogén vagy hidrogén-szénmonoxid és olaj keveréke. Egyébként az eljárás további részleteiről nagyon keveset tudunk.

Nu-Iron eljárás

Az ércet először fluidizációs üstben redukálják, majd brikettálják a terméket. A kb. 86% Fe tartalmú brikett kerül a nagyolvasztóba való beadagolásra. Az US Steel egy ilyen eljárással dolgozó 1 millió t/év kapacitású üzemet épít Venezuelában a Cerro-Bolivar-i érc feldolgozására. Az üzem termelése még ez évben megkezdődik.

Purofer és Midrex eljárás

Mindkét eljárás vasércnek vagy pelletnek aknás kemencében ellenáramú redukálásán alapul. A kemencében leszálló adag találkozik a felszálló redukáló gázzal, így a redukció foka igen magas. A redukáló gáz szénmonoxid vagy hidrogén és olaj vagy földgáz keveréke.

Armco eljárás

A pelletet aknás kemencében földgáz segítségével redukálják. Az eljárás jó hatásfoka miatt sok üzem a korábban alkalmazott más eljárásról erre tért át.

Az előbbi eljárások néhány jellemzőjét az *1. táblázat* tartalmazza. (P)

Iron Age, 1971. ápr.

Mini-acélművek és a direkt redukciós eljárás

A kokszolható szén egyre emelkedő ára Korf véleménye szerint meggyorsítja a direkt redukciós eljárás elterjedését és a vasszivacsot feldolgozó mini-acélművek megépítését az európai kontinensen.

A különböző direkt redukciós eljárások közül a Midland Ross által kifejlesztett eljárás eddig az egyetlen, mely nagyüzemi méretekben is kiállta a próbát. Erre vonatkozóan Korf kizárólagos licencjogot biztosított magának Európa, Afrika és a szocialista országok területére. Georgetownban a közelmúltban helyezték üzembe a második MR-redukciós berendezést, mely a Georgetown Steel elektroacélüzemét évente 400 000 t vasszivaccsal fogja ellátni. A berendezés jelenleg Svédországból származó, kb. 67% Fe-tartalmú oxid-pelletet dolgoz fel 95% Fe-tartalmú fémes pelletekké, melyeket folyamatosan az acélmű vesz át.

Az MR-berendezéssel a közeljövőben az olcsóbban beszerezhető brazíliai darabos ércet fogják feldolgozni. Az elektroacélmű szakemberei rendkívül elégedettek a felhasznált vasszivacs betéttel, melyet kezdetben 30% arányban alkalmaztak az adagban. A vasszivacs részarányát fokozatosan 80%-ra növelik 20% alacsonyértékű ócskavas felhasználása mellett.

Szakértők az MR-eljárás nagyarányú elterjedésére számítnak. Korf az Északi-tenger partján egy 3 millió t/év kapacitású oxid-pellett gyártó üzem megépítését tervezi (földgáz hasznosításával). A gyártott oxidpelletek egy részét egy MR-berendezés 95% Fe-tartalmú fémes pelletté dolgozza majd fel, az oxid-pelletek másik részét pedig Belgium, Luxemburg és a Saar-vidék középnagyságú nagyolvasztóinak adják át.

Hasonló elgondolásokkal tervezik direkt-redukciós üzemmel egybekapcsolt oxid-pellet gyártó művek létesítését a Földközi-tenger partján is.

A Korf-csoport mini-acélmű építési programjába tartozik a *Hamburger Stahlwerke*, továbbá a *Párizstól délre épülő mini-acélmű*. Hasonló üzem építését tervezik *New-Orleans-ban* és újabban *Brazíliában* is.

A Korf-csoport és a Midland Ross a KMR Engineering-en keresztül értékesíti az eljárás know-how-ját. A KMR Engineering (Düsseldorf) 60 fős mérnök gárdájával nemcsak tervezést, hanem kivitelezést is végez fővállalkozóként.

Izrael, Kuwait, India, Irán és Nagy-Brittannia egy direkt redukció-folyamatos öntés-elektroacélgyártás-hengerlés kombináció iránt érdeklődik. (P)

Continentaler Eisenhandel No. 5/1971.

LD-konverterek automatizálása Japánban

A japán kohászatban egyre inkább terjed az LD-konverterek automatizálása.

A *Nippon Kokan fukuyamai* acélgyárának konverterüzemét egy IBM 1800-as típusú komputer vezérli. A komputer többek között az alábbi feladatokat képes ellátni:

1. Nyersanyag-kalkuláció.
2. A lándzsa helyzetének kiszámítása és automatikus mozgatása.
3. Hőmérséklet és karbontartalom automatikus vezérlése.
4. Az üstanalízis vezérlése.
5. Befúvási és öntési adatok, mérések továbbítása és rögzítése.

A *Kawasaki Steel Chiba*-művek évi 6 millió t-ás termelésének 90%-át LD-konverterekben állítják elő. Ezek a konverterek szintén számítógépekkel vannak felszerelve, amelyek pl. a nyersanyag adagolását, a befúvás körülményeit, a fürdő karbontartalmának meghatározását, a csapolás utáni összetételt stb. automatikusan vezérlik.

A *Yawata Steel* évi 15 millió t-ás termeléséből az LD-eljárás 93%-kal (16 LD-konverter) részesedik. A számítógépesítés lehetőségeit már 1960-ban tanulmányozták, s négy évvel később a gyakorlatban is alkalmazták. A vállalatnál ma már 27 folyamatszámító gép működik, amelyek a termelés szerves részévé váltak. (P)

Steel and Metals International, 1970. nov.

VÖEST LD-konvertert szállít az USA-ba

Egy 300 t-ás LD konvertert szállít a VÖEST az amerikai Great Lake Steel-nek (Detroit(. Ez már a harmadik ilyen méretű konverter, amit a VÖEST ide szállít. A berendezés nagy méreteire jellemző, hogy a tégelytartó gyűrű átmérője 10,2 m, súlya 171 t. Maga a konverter 9,7 m magas, 253 t súlyú.

Az LD-acélgyártás elterjedését, ill. a VÖEST szerepét mutatja az, hogy a linzi cég eddig már 87 LD-üzemet épített a világon. Ezek közül tíz 300 t-ás egység, amely a legnagyobbak közé tartozik. A VÖEST által épített LD-kapacitás eléri az 50 millió t/év-et, ami egyben a világ LD-kapacitásának egyötödét jelenti (P).

Maschinen- und Stahlbauindustrie in Österreich, 1971. okt.

Egy angol- vas- és acélmű eladó

Angliában, *Cumberland* városka mellett működött 1968-ig a *Millom Hematite Ore and Iron*, amely akkor az állami támogatás hiányában csődbe jutott, üzemét megszüntette, munkásállományát szélnek eresztette. Most egy londoni pénzcsoport 500 ezer angol fontért megvásárolta az álló üzem berendezéseit és területét, azzal a tervvel, hogy kiárusítja a felszerelést, s a mű helyszínén tejgazdálkodást kezd, illetve turisztikai létesítmények felépítése révén a helyszínt üdülőterületté változtatja.

A kiárusításra szánt berendezési tárgyak listáján a következő egységeket hirdetik:

1. Huntington-Heberlein-féle ércdarabosító üzem, komplett, *Head-Wrightson* által gyártott pelletezővel. Üzembehelyezve 1967-ben, leállításáig mindössze 12 hónapig dolgozott.

2. Adamson-Hatchett-féle turbofúvó, BISRA konstrukciójú permeteztető acélgyártó berendezés és villamos erőmű turbinákkal, dinamókkal, generátorokkal. Gyártási év 1966—1967, üzemszerű termelésre már nem volt mód, az üzem néhány hónap próbajáratás után leállt.

3. Acélszerkezetű csavarok, a régi acélöntőde épülete.

4. Három kisméretű nagyolvasztó öntődei nyersvas gyártására, hidegnyersvas öntőgéppel.

A kiárusítás érdekessége, hogy a pénzcsoport élén *Peter Brewer* volt autóversenyző áll. (R)

Steel Times 1971. 3.

*

A *British Steel*, az *Acélszerkezeti Egyesülés* és a *Szállításügyi Minisztérium* közös tanulmánya azt bizonyítja, hogy 23 m fesztáv fölött az acélszerkezetű közúti hidak olcsóbbak, mint a betonszerkezetűek, 29 mm-es fesztávval az árkülönbség 30%-os. Különösen érdekes ez a gazdasági elemzés az új autópályák építése szempontjából, ahol a szintenkívüli kereszteződések miatt sűrűn kell építeni 23—29 m közti áthidalásokat. Az acélszerkezetet egyszerűsíti a párhuzamos talpú I gerendák és oszlopok kiterjedt alkalmazása rácsos vagy szekrényes tartószerkezetek helyett. (R)

Steel Times, 1971. 3.

*

A *Skopjei Acélmű* új lemeztrapézhullámosító görgősora elkészült az angliai *Redman B és K Gépgyábban*, mint egy összesen 220 ezer angol font értékű szerződés részegysége. A gépsor 0,6—2,5 mm vastag, 15 t tömegű lemeztekercsek lecsévélőjéből, hajlító görgősorából, repülőollóból és önműködő rakásolóból áll. (R)

Steel Times, 1971. 3.

*

A *British Steel Corporation Metrizálási Bizottsága* beszámolt a vas- és acélkohászati termékek metrizálásának jelenlegi helyzetéről. Eszerint egyelőre csak a *betonacél* kapható mm méretekben, míg a metrikus méretű *szélesacélok, szalagok, durvalemezek* és *húzott rúdacélok* gyártására a hengerműveknek mindössze igen kis hányada állt még át. 1972. ápr. 1-től minden tömegegységben szállított termék metrikus tonnában és kg-ban kerül piacra. A jövőben az acéltermékek mechanikai tulajdonságait az angol acélművek Newton-ban (N/mm^2) fogják megadni. (R)

Steel Times, 1971. 3.

*

D. R. Thornton „Az acélművi gyakorlat hatása a kokilla élettartamára és fogyására" című cikkében *Varga Ferenc* tárgybavágó vizsgálati eredményeit közli a *Steel Times* 1971. évi márciusi számának 294. oldalán. *Dr. Varga* cikke az Öntöde 1963. évi májusi számában jelent meg. (R)

*

A *Friedrich Krupp Művek* rheinhauseni üzemegységében japán műszaki kooperációval épül a 2/A. sz. nagyolvasztó. Az építkezés japán partnere a tokioi *Nippon Steel* lesz. A kivitelezés és szerkesztés időtartamát még nem véglegesítették, de a nagyolvasztót a japán óriásolvasztók négyoszlopos, két záróharangos konstrukciójával fogják megvalósítani. Németországban ez a második nagyolvasztó, amely japán tervek szerint épül, az első már kivitelezés alatt van a *Klöckner Werke* brémai üzemegységében. Az ITALSIDER tarantói üzemében 2 nagyolvasztót épít Japánból kapott tervdokumentáció után, az ISCOR vanderbijlparki üzemében a „DD" nagyolvasztót, a British Steel llanwerni üzemében pedig a 3. sz. nagyolvasztót az *Ashmore, Benson, Pease és Tsa* építi, mely utóbbi vállalat a *Nippon Steel* licenciájának birtokosa. (R)

Steel Times, 1971. 3.

*

A svéd *Morgardshammar* olyan triósort épített, amelynek nem a beadó asztalai emelkednek, hanem maga a hengerállvány „ugrál". A berendezés *Darlington* közelében, az USA-ban dolgozik. (R)

Steel Times, 1971. 7.

A British Steel rugalmas „mini" hengerműveket tervez

Az ipari szakemberek világszerte kialakult véleménye szerint a jövő acélművei vagy nagyon nagyok, vagy nagyon kicsik lesznek, azaz a „mini" acélműveknek nagy a létjogosultságuk az óriási üzemek mellett.

Néhány nagy acélgyártó ország (USA, NSZK, Franciaország, Olaszország) számos mini-hengerművet épített már, de a mini-hengerművek túlnyomó része mégis inkább a fejlődő országokban épült, hogy a szokványos kereskedelmi minőségben jelentkező helyi igényt kielégítse. Angliában viszont a mini-hengerműveknek a piachoz való rugalmas alkalmazkodáson túlmenően a különleges minőségű szerkezeti acélok gyártásának követelményét is ki kell elégíteniük. A BSC jelenlegi választékában pl. mintegy 20 000 különböző minőségű és méretű rúdacélféleség szerepel. A rugalmasság figyelembevételével, de mindenképp — főként az egyes üzemek specializációjával — szűkíteni akarják ezt a széles választéki skálát.

A BCS kísérleteket folytat a folytatólagos hengerművekben a hengerállványok komplett cseréjével, azaz a hengersornak tartalék állványokkal való ellátásával.

A svéd Sandvik-cég már épített ilyen megoldású hengerművet, ahol a dolgozó állványok sínen vannak, s új méretre és minőségre való áttérés esetén az előkészített tartalék állványok 80 másodperc alatt helyükre csúsztathatók. A tartalék állványok gazdaságosságát bizonyítja, hogy pl. egy 36 millió $-os összköltségű hengerműben 12 millió $ esik a hengersorra és meghajtására, de csak 1,2 millió $-ba kerülnek a tartalék állványok. Ezáltal a hengersor kihasználása 50%-ról 70%-ra nőhet, az óránkénti többlettermék 1200 $-t eredményez, így a tartalék állványok ára hamar megtérül. (P)

Iron Age 1971. szept.

Mexikó acéltermelésének fejlődése

Mexikó acéltermelése 1970-ben 4,1 millió t volt, 1975-ben az előrejelzések szerint eléri a 6,5 millió t-át, míg 1980-ra tervezik a 10 millió t/év termelésre való felfutást. Ezzel összefüggésben megindult a Las Truchas-i 3 millió t/év kapacitású acélmű építése, amely 1975-ben kezdi el a termelést. (P)

Metal Bulletin, No. 5625.

Új mini-acélmű Trierben

A nyugatnémet Trierben másfél évi építés után 1971 szeptemberében új mini-acélművet helyeztek üzembe. Az üzem egy 25 t-ás ívkemencéből, egy kétszálas folyamatos bugaöntőműből és egy 23 állványos 5—25 mm-es átmérőjű köracélok hengerlésére szolgáló hengersorból áll. A folyamatos öntőművet és a hengersort a Danielli-cég szállította. Jelenleg még csak ∅ 5,2—10,5 mm-es huzal gyárt az üzem, de később nagyobb átmérőjű rúdacélokat is kívánnak gyártani. (P)

L'Usineo Nuvelle, 1971. okt. 28.

Erőteljesen növekszik a folyamatos öntőművek száma

A folyamatos öntőművek kapacitását tekintve ma a világon Japán áll az első helyen. Japán 51 folyamatos öntőművének összkapacitása csaknem 16,7 millió t/év, s az év végére tervezett újabb 14 folyamatos öntőmű üzembehelyezése 7,2 millió t/év kapacitásnövekedést eredményez. A tervek szerint Japán két év múlva eléri a 30 millió t/év nagyságrendet. A Szovjetunió áll a második helyen 12 millió t/év összkapacitással. Két évvel ezelőtt mind az USA-nak, mind Japánnak 33 folyamatos öntőműve volt, a Szovjetuniónak pedig 35. (P)

Metal Bulletin, No. 5623.

Óriás elektrokemence

Az amerikai Northwestern Steel üzembehelyezte Sterlingben a világ feltehetően legnagyobb 400 t-ás elektrokemencéjét. Az ócskavas helyett direkt redukált vasérccel dolgozó kemence gazdaságosan üzemeltethető, hiszen az önköltségben nem jelentkezik a vashulladék árának gyakori hullámzása. (P)

Metal NBulletin, No. 5635.

„Mammut" cső- és rúdprés az USA-ban

A houstoni Cameron Iron Works 35 000 t nyomóerejű cső- és rúdprés építését kezdte meg, amelyen max. 1220 mm átmérőjű, 13,7 m hosszú és 127 mm falvastagságú csövek, ill. profilok gyárthatók. (P)

Ingenieur Digest, 1971. okt.

Líbia spirálcsőgyárat épít

A líbiai gazdasági és iparügyi miniszter nemrég írta alá a Berliner Maschinenbau-val kötött szerződést, amely három éven belül egy elsődlegesen 75 000 t/év kapacitású spirálcsőgyártó üzem építését irányozza elő, de a későbbiekben az üzem 150 000 t/év-re bővíthető. Az üzem 150—1200 mm átmérőtartományban olaj- és földgázvezeték-csöveket állít majd elő. (P)

Metal Bulletin, No. 5631.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

Fémkohászati Szakosztály vezetőségválasztó ülése

A Fémkohászati Szakosztály 1972. április 21-én a Magyar Alumíniumipari Tröszt Székházának tanácstermében tartotta meg a vezetőségválasztó ülését.

Az ülést *Soltész István* okl. kohómérnök szakosztályi elnök nyitotta meg. Köszöntötte a résztvevőket, ismertette az ülés napirendjét:

— Titkári jelentés a szakosztály vezetőség munkájáról. *Laár Tibor* okl. vegyészmérnök, a Fémkohászati Szakosztály titkára.
— Kitüntetések átadása.
— Az új szakosztályvezetőség megválasztása.
— Szünet.
— Szakmai előadások:
„A *kalcitos és dolomitos bauxitok feldolgozásának problémái*". *Dr. Zámbó János* okl. vegyészmérnök, a Fémipari Kutató Intézet igazgatója,
„*A Magyar színesfémkohászat jelenlegi helyzete és fejlesztési elképzelések*". *Horváth Antal* okl. kohómérnök, a KGM Színesfémipari Fejlesztési Főosztály főmérnöke.

Az elnök javaslatot tett a *Jelölő Bizottság* tagjaira. A vezető: *Szalai Jenő*, tagok: *Ötvös Dániel* és *Forgács Mária*. A *Szavazatszámláló Bizottság* tagjai: vezető: *Baranyai György*, tagok: *Lados Balázs* és *Nagy Péter*.

A tagság a javaslatot elfogadta.

Ezután *Laár Tibor* tartotta meg titkári beszámolóját.

Tisztelt Szakosztályülés!

A titkári jelentés bevezető gondolataként felidézem néhány mondatban a 3 évvel ezelőtti, az 1969. április 24-én ugyanitt, a *61. Egyesületi Közgyűlés* alkalmából megtartott vezetőségválasztó szakosztályülést. Az akkori titkári jelentés áttekintette a Fémkohászati Szakosztály szervezetét, a Tagság szakmai érdeklődési körének megosztottságát, a különféle rendezvénynek, úgy mint az előadások, ankétok és konferenciák szervezésével kapcsolatos problémákat, a szakosztály külföldi kapcsolatainak körét, valamint a Kohászati Lapokban a „*Fémkohászat*" c. rovat helyzetét. A Szakosztály életében bekövetkezett változást és a változás irányát lényegében az előbb felsorolt területek vizsgálatán keresztül határozhatjuk meg.

Szakosztályunk taglétszáma 3 évvel ezelőtt 480 fő volt, jelenleg 640 fő, tehát a növekedés az akkori létszám egyharmada. Az összlétszám növekedését néhány vállalati csoportunk lendületes fejlődése eredményezte. *Székesfehérvári KÖFÉM* helyi csoportunk taglétszáma 100 fölé nőtt, újjáalakult *Magyaróvári* és *Ajkai* csoportunk fejlődése mellett meg kell említeni, hogy a *Csepeli Fémmű* csoportja is megközelítette a 100 főt. Növelte a Szakosztály taglétszámát, *Nemesfém-* és az *Ipargazdasági Szakcsoportok* megerősödése is. Tulajdonképpen csak az *Inotai* és a *Tatabányai Alukohó* vállalati csoportok maradtak a 3 év előtti szinten.

A Fémkohászati Szakosztály elmúlt 3 évi létszámnövekedése megegyezik az OMBKE egészének taglétszámnövekedési ütemével.

A Szakosztály-vezetősége úgy ítéli meg, hogy a létszám növekedéséhez hozzájárult az ipari vállalatok jelentős fejlesztése, de elősegítette az is, hogy a Szakcsoportok és vállalati csoportok vezetői a dolgozók körében felkeltették az érdeklődést az egyesületi munka iránt.

Erre a következtetésre vezet ugyanis a szakosztály egészére vonatkozóan a rendezvények számának alakulása. A Szakcsoportok és vállalati csoportok által rendezett előadások nagy száma miatt azok felsorolásától el kell tekintenünk, csupán az 1971. évi előadások számát ismertetjük és a három év eseményeiből kiragadva néhány jelentősebb rendezvényt és így jellemezzük a rendezvényekkel kapcsolatos munkát.

A *Timföldgyártási Szakcsoport* részéről Budapesten és a három timföldgyári csoportnál összesen 40 előadás hangzott el. Köztük, a *Magyaróvári Timföldgyárban* egy ankét 5 előadással és a „*MOTIM-konferencia 1971*" 9 előadással.

Az *Alumíniumkohászati Szakcsoport* a három alukohóban összesen 11 előadást tartott.

Az *Alumíniumfélgyártmánycsoport* 18-at, legnagyobbrészt a *Székesfehérvári Könnyűfémműben*.

A *Színesfémkohászati Szakcsoport* 14 előadást tartott, ebben egy ankét 4 előadással.

A *Nemesfém Szakcsoport* 5 előadást,

Az *Ipargazdasági Szakcsoport* kilencet rendezett.

Ez összesen 97 előadás, körülbelül ugyanennyi volt az előadások száma 1970-ben is és legalább ilyen nagy számú rendezvényt tükröz az 1972. évi szakosztályi munkaterv is.

Az elmúlt három évben a Szakosztály két nagy rendezvényt szervezett. Ezek közül az egyik a még 1969. októberben megrendezett nagysikerű ICSOBA nemzetközi konferencia volt. A Konferencia a Szakosztály rendezvénye volt, de az 1970-ben megalakult, önálló ICSOBA *Magyar Nemzeti Bizottsága* már túlnőtt a Szakosztály keretein és az OMBKE önálló költségvetéssel és munkatervvel rendelkező, az elnökség közvetlen irányítása alá tartozó egysége. Az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottsága Szakosztályunkkal igen szorosan együttműködik, évente több közös rendezvényt tartunk.

A másik nagyrendezvény 1970-ben a „*Finomkohászati anyagok előállításának elméleti és gyakorlati kérdései*" című konferencia volt. A konferenciát *Csepeli Fémmű* vállalati csoportunk, a *Központi Fizikai Kutató Intézettel* közösen ez alkalommal negyedszer rendezte meg. A rendezvényt 1970. október 6-án sajtókonferencia vezette be, majd 9-én gyárlátogatás zárta le. A rendezvényen 22 előadás

hangzott el, az előadók a KFKI, a Budapesti Műszaki Egyetem, az Eötvös Lóránd Tudományegyetem és a Csepeli Fémmű szakemberei voltak. A résztvevők száma 580 fő volt, ebből 25 külföldi.

A Szakosztály 1971-ben nem tartott nagyrendezvényt. Ez évben pedig *Székesfehérvári Csoportunk* rendezésében az *Alumíniumkonferencia* lesz a szakosztály nagyrendezvénye. A konferencia szervezését a *Székesfehérvári Városi Tanács* javaslatára kezdtük meg, *a város 1000 éves fennállása* jubileumi évének keretében.

A nagyobb rendezvények sorában meg kell még említeni, a magyaróvári csoportunk által már hagyományosan megrendezésre kerülő, MOTIM-konferenciát.

Ide kell sorolni az 1970. november 19—21-én Almásfüzítőn megtartott *Timföldgyártási Ankétot*. A sikeres ankéton — amelyen 24 előadás hangzott el — 150 fő vett részt.

A három évvel ezelőtti titkári jelentés felvetette a kérdést, hogy a több helyi csoportot érdeklő előadásokat vándorelőadásként rendezzük-e meg, vagy pedig oly módon, hogy az egyszeri előadáson az érdeklődők mindenünnen résztvehessenek. Az elmúlt három év tapasztalata azt mutatta, hogy mindkét rendezvény típusra szükség van, mindkét rendezvényforma szervezésére van lehetőség és a Szakosztály szervezeti egységei a Szakcsoportok és a vállalati csoportok élnek is a lehetőséggel.

A két rendezvényforma méretében is elkülönült egymástól, ugyanis a széles körben meghirdetett előadások egész napos programot betöltő ankétokká alakultak át, így jobban kihasználják, hasznosabban töltik idejüket a távolról érkező résztvevők. Ilyen ankét volt 1970. december 9-én a *Székesfehérvári KÖFÉM vállalati csoportunk* és az *Ipargazdasági Szakcsoport* közös rendezésében a *„Számítógép felhasználása a vállalatirányítás egyes területein"*, továbbá 1971. november 24-én a *„MAT, illetve a keretében működő vállalatok belső mechanizmusának fejlesztési problémái"*, a csepeli csoport által rendezett *„Elektronsugaras olvasztás"* és a *„Különleges hőkezelési eljárások"* témájú ankétok.

Ez a rendezvényforma lehetőséget nyújt Szakosztályon kívüli résztvevőkkel közös rendezvények szervezésére, mint pl. az 1971. május 14-i *Iparjogvédelmi Ankét*, az Alba Regia Műszaki-tudományos napok keretében.

A másik rendezvényforma lényegesen szerényebb keretek között került megszervezésre. Ilyen volt az *„Anyagellátás információs problémái"* című vitaindító előadás, melyet az *Ipargazdasági Szakcsoport* előadója, a tatabányai, az ajkai és a mosonmagyaróvári helyi csoportoknál tartott klubdélután keretében.

A számszerű adatok tükrében tehát a szakosztályi munka igen kedvező képet mutat. A megrajzolt helyzetkép részletesebb elemzése azonban aránytalanságokat tükröz. Felmerült az alapvető kérdés, nevezetesen az, hogy jó irányban haladunk-e?

A kérdés megválaszolásához bizonyos támpontokat kell kijelölni. A Szakosztály vezetősége, a Szakosztályban végzett társadalmi munka összehasonlítási alapjaként a szakosztály minden egyes tagja és minden szervezeti egysége számára a hivatali munkát tekinti. Ez azt jelenti, hogy azt a szakosztályi tevékenységet, társadalmi munkát tekinti jónak, amely kinek-kinek hivatali munkája során felmerülő feladatainak megoldásához nyújt segítséget. Az egyesületi munka ezáltal közvetve hozzájárul a vállalati termelési, műszaki-fejlesztési és ezen keresztül az egész iparág népgazdasági feladatainak sikeres megoldásához.

A Szakosztály vezetősége ilyen szempontból kiindulva a 3 évvel ezelőtt ismertetett szakosztályi szervezet kisebb egységeinek nagyobb önállóságot adott, átruházta a szakcsoportok vezetőire a rendezvények, előadások kezdeményezését, a meghívó kiküldési jogát. Erre a lépésre az ad magyarázatot, hogy a szerteágazó szakosztályi szervezet egységei, vállalati és szakcsoportjai által rendezett előadásokat, vagy egyéb rendezvényeket, azok nagy száma miatt a szakosztály elnöke és titkára éppen hivatali elfoglaltsága miatt követni nem tudja. Ha a Szakosztály keretében megrendezett előadások számát egy éven belül heti átlagra osztjuk oly módon, hogy a júliusi és augusztusi rendezvénymentes két hónapot leszámítjuk, hetenként 2—3 szakosztályi rendezvénnyel kell számolni. Nyilvánvaló, hogy egy központi funkcióból — legyen az akár elnöki, vagy titkári — nem lehet kezdeményezni, rendezni és értékelni, ilyen nagyszámú rendezvényt. Ezért a Szakosztályvezetőség úgy határozott, hogy a szakcsoportok által rendezett előadások meghívóira a rendező egység vezetőinek aláírása kerüljön.

Ez a lépés nyilvánvalóan magában hordja azt a veszélyt, hogy az irányítás kicsúszik a Szakosztály Központi Vezetőségének a kezéből és ezáltal nem, vagy csak kis mértékben tudja érvényesíteni a fentiekben vázolt társadalmi munkától megkövetelhető törekvéseket. A másik veszély pedig az, hogy a nagyobb önállóságot kapott egységek elaprózzák erejüket és nem lesznek képesek időszakonként nagy rendezvények szervezésére.

Mindezzel számolni kellett és ennek veszélyével számolni kell ma és a jövőben is. A Szakosztály vezetősége azonban pozitíven értékeli az utóbbi időben megerősödött szakosztályi szervezet működését és, hogy a szakmai ágazatok önállósulásában rejlő veszélynek van ellenszere.

Az egyik, hogy a hat szakcsoport vezetőit — tehát elnökét és titkárát — a Szakosztály vezetőségi tagjává választjuk, ezenkívül a vállalati csoportok már korábban megválasztott vezetőik automatikusan tagjai a Szakosztály vezetőségének. A Szakosztály bővült vezetősége magában foglalja az összes szakterület és szervezeti egység képviseletét.

Az eddigi, és most már nyugodt lelkiismerettel mondhatom, hogy jól bevált gyakorlat szerint, ez a vezető testület él és képes áthidalni a fentemlített nehézségeket. A szakosztály itt ismertetett összetételű vezetősége évente két ülést tart meghatározott napirenddel. A januári ülés feladata a vállalati és Szakcsoportok által az előző év végén összeállított munkatervek felülvizsgálata és az ezekből összeállított szakosztályi munkaterv jóváhagyása. A szakosztályvezetőség másik ülését az első félév lezárása után, általában szeptember elején tartja. Ennek az ülésnek legfőbb feladata, hogy meghall-

gassa a Szakcsoport és vállalati csoportok titkárainak beszámolóját és megvizsgálja az őszi hónapokra tervezett rendezvények előkészítését. Ezen az ülésen a Szakosztály vezetősége szükség szerint az eredeti munkatervhez képest módosító határozatot hozhat. Erre az ülésre a szakcsoport és vállalati csoport titkárok féléves értékelésüket és a második félévi célkitűzéseket írásban készítik el. Ezt a két vezetőségi ülést a Szakosztály minden szervezeti egysége oly komolyan veszi, hogy a vállalati csoporttitkárok akadályoztatásuk esetén helyettest küldenek. Az ilyen üléseken teljes a létszám abban az értelemben, hogy minden szervezeti egység képviselője, ha helyettesként is, de megjelenik.

A szakosztály központi funkcióit betöltő tagtársakból álló szűkebb körű vezetőség ennél lényegesen gyakrabban, havonta, sőt szükség szerint havonta többször is összejön a szakosztály egészének ügyintézésére. A szakosztályi munka értékeléséhez említett támpont, vagy összehasonlítási alap gondolatához visszatérve a szakosztály vezetősége a különböző szervezeti egységekben folyó társadalmi munkát nem a rendezvények száma alapján tekinti jónak, megfelelőnek, vagy értékesnek, hanem az előzőekben említett hatékonysága alapján.

Úgy véljük, hogy egy előadástól célszerű megkívánni az ún. sajtóra érettséget függetlenül attól, hogy a téma a későbbiek során megjelenik-e a szaksajtóban, vagy nem. Az előbbiekben statisztikai alapon felsorolt előadások között számos ún. vitaindító, bevezető kiselőadás is akadt, amelyek nem ütötték meg a fenti mértéket.

Az előadások színvonalának és kidolgozottságának kérdésével azért is célszerű így a szakosztályülés nyilvánossága előtt foglalkozni, mert úgy véljük, hogy a jól megválasztott, jól kidolgozott és sajtó alá érett előadások biztosíthatják a Fémkohászati rovatunk cikkellátását.

A felvetett probléma a Szakosztály nemzetközi kapcsolataira is kihat, ugyanis sokszor adódna alkalom külföldön megtartható előadás kiküldésére, de ennek az átfutási ideje igen gyakran szűkreszabott. Ezért, ha nem áll rendelkezésre az éves szakosztályi munkaterv alapján ilyen követelményű előadás, rendre elesünk a lehetőségektől.

A nemzetközi kapcsolatok vonatkozásában elmondhatjuk, hogy jelenleg a legreálisabb lehetőséget a népi demokratikus országok közül a lengyel, cseh, NDK és bolgár társegyesületekkel való együttműködés kínálja. Ezzel a lehetőséggel élni lehet, célszerű szakterületenként kezdeményezni. A legjobb alapot erre az ún. devizamentes cserekeretek adják, célszerű azonban ugyancsak szakcsoportonként nemcsak a kiutazási terveket, hanem a cserés fogadókészséget is számításba venni.

Az elmúlt években Szakosztályunk több csoportos tanulmányutat szervezett egy-egy nemzetközi vásárhoz kapcsolódóan üzemlátogatással egybekötve. Ezek a tanulmányutak a gazdag szakmai programmal együtt igen hasznosak voltak.

Azzal az érzéssel zárom a jelentést, hogy az elmúlt időszakban a Vezetőség igyekezett a tagság bizalmából ráhárult feladatok megoldására. A vezetőség munkájában a tagság támogatását élvezte. Meggyőződésünk, hogy a tagság részéről tapasztalt aktivitás és szakmaszeretet megfelelő biztosítékot nyújt a Szakosztály további sikeres munkájához.

A beszámolót az ülés tudomásul vette, utána *Soltész István* elnök felkérte dr. *Dobos György* vezérigazgatót, az OMBKE alelnökét, hogy a 62. küldött közgyűlés alkalmából a nehézipari miniszter által adományozott, „*A nehézipari Kiváló Dolgozója*" kitüntetést *Harrach Walternak*, a Magyaróvári helyi csoport titkárának, valamint a kohó és gépipari miniszter által adományozott, „*A kohászat Kiváló Dolgozója*" kitüntetést *Tözsér Lászlóné*, a Csepeli Fémmű dolgozójának adja át. A kitüntetetteket nagy taps köszöntötte.

Az elnök kérte a régi vezetőség felmentését, amit a Szakosztály ülés megadott. Majd javaslatot tett, hogy az új vezetőség megválasztásáig *Köves Elemér*, a Félgyártmány Szakcsoport elnöke töltse be az elnöki tisztet. A tagság a javaslattal egyetértett. *Köves Elemér* megköszönte a bizalmat.

Köves Elemér felkérte *Szalai Jenőt*, a *Jelölő Bizottság* vezetőjét, hogy tegyen javaslatot a Fémkohászati Szakosztály új vezetőségére. Majd a *Szavazatszámláló Bizottság* vezetője, *Baranyai György* ismertette a szavazás módját.

Szalai Jenő ismertette a Jelölő Bizottság javaslatát a Fémkohászati Szakosztály új vezetőségére.

A Jelölő Bizottság javaslatával kapcsolatban észrevétel nem volt, a tagság a jelölő listát egyhangúlag elfogadta. Ezután titkos szavazás következett.

A Szavazás idejére *Köves Elemér* elnök szünetet rendelt el. Szünet után *Köves Elemér* felkérte *dr. Zámbó Jánost*, a Fémipari Kutató Intézet igazgatóját, hogy tartsa meg a „*Kalcitos, dolomitos bauxitok problémái*" tárgyú előadását.

Majd felkérte *Horváth Antalt*, a KGM főmérnökét, hogy tartsa meg a „*Magyar színesfémkohászat jelenlegi helyzete és fejlesztési elképzelések*" tárgyú előadását.

Az előadások után a *Szavazatszámláló Bizottság* vezetője ismertette a szavazás eredményét.

A szavazás eredményeképpen a Fémkohászati Szakosztály megválasztott új vezetősége:

Elnök: *Várhelyi Rezső*, alelnök: *Török Frigyes*, titkár: *dr. Laboda Sándor*, titkár h.: *Katona Éva*, szervező titkár: *Mizerák László*, nemzetközi kapcsolatok felelőse: *Mayer János*, gazdasági felelős: *Nádas István*, a „*Fémkohászat*" rovatvezetője: *Lomniczy Dezső*, Egyetemi összekötő: *Szepessy Andrásné*. Timföldgyártási Szakcsoport: elnök: *Dr. Sigmond György*, titkár: *Réfi-Oszkó István*. Alumíniumkohászati Szakcsoport: elnök: *Abaffy Károly*, titkár: *Ádám János*. Alumínium félgyártmány Szakcsoport: elnök: *Mészáros György*, titkár. *Acsádi István*, titkár h.: *Araló László*. Színesfémkohászati Szakcsoport: elnök: *Balázs Fülöp*, titkár: *Katona Éva*. Nemesfémkohászati Szakcsoport: elnök: *Gonda Lajos*, titkár: *Harsányi István*. Ipargazdasági Szakcsoport: elnök: *Jeszenszky István*, titkár: *Lados Balázs*, szervezőtitkár: *dr. Galambos Sándor*.

A választás után az új elnök, *Várhelyi Rezső*, a *Kőbányai Könnyűfémmű* igazgatója megköszönte a bizalmat és az ülést bezárta.

L. T.

Vizsgálatok aluminátlúg-oldatok extrahálható víztartalmának meghatározására

KLUG OTTÓ okl. vegyészmérnök, Fémipari Kutató Intézet, Budapest
RIEDL ISTVÁN okl. kohómérnök, Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászattani Tanszéke, Miskolc

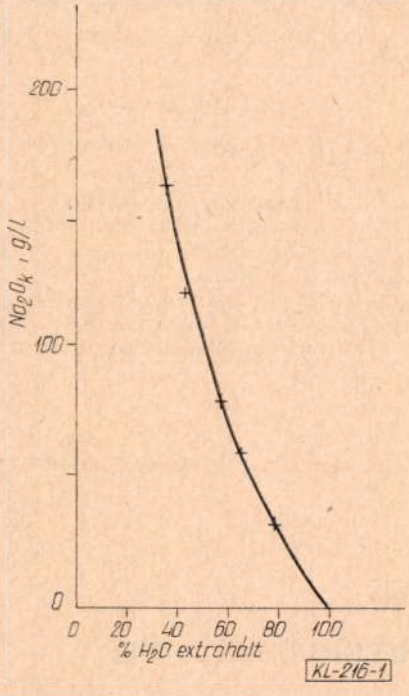
DK: 661.862.27 : 669.712.1 : 542.6

Aluminátlúgok extrahálható víztartalmának meghatározására dioxános extrakciós vizsgálatokat végeztünk, dielektromos indikálással. A vizsgálatok azt mutatták, hogy egyszeri extrakcióval is a víztartalom jelentős része (mintegy 60%-a) a szerves fázisba megy át és gyakorlatilag háromszori extrakcióval a teljes víztartalom eltávolítható. Az első extrakcióban a szerves fázisba átmenő víz az oldat kausztikus Na_2O_k koncentrációjával arányos. A fázisok törésmutatójában jelentkező kis különbség a fázishatár észlelését megnehezíti.

A timföldgyári aluminátlúgok szerkezetvizsgálatával kapcsolatban merült fel az a probléma, hogy vizsgáljuk a lúgoldatokból az extrahálható vízmennyiséget, amely várhatóan nem nátrium-hidroxidhoz, ill. nátriumaluminathoz kötött formában van jelen. Ebből a célból megvizsgáltuk a dioxános extrakció alkalmazási lehetőségét.

Az 1,4-dioxán, mint ismeretes, vízzel korlátlanul elegyedik, és a dioxán-víz elegyek dielektromos állandója igen tág határok között ($\varepsilon' = 2{,}10$—$80{,}37$ DK-egység) változik [1, 2]. Ez indokolta egyúttal azt is, hogy a meghatározásokat dielektromos méréssel végezzük, amelyhez az OH-301 típusú *Universal Dielectrometert* [3], 10 pF-os cellával, használtuk.

Előzetes vizsgálataink eredménye azt mutatta, hogy az aluminátlúg-dioxán rendszerben a dioxán az aluminátoldat víztartalmának jelentős részét extrahálja, ami a dioxános oldat dielektromos állandójának (ill. az oldattal feltöltött cella összkapacitásának) nagymértékű megváltozásával járt (*1. táblázat*). Várható azonban, hogy a dioxán is oldódni fog a vizes (lúgos) fázisban az egyensúlyi reakció feltételeinek megfelelően.



1. ábra. Az 5 ml aluminátlúg oldatból extrahált víz mennyisége (a kiindulási oldattérfogat %-ában), az oldat kausztikus Na_2O_k koncentrációjának függvényében. (Egyszeri extrakció, 20 °C-on)

1. táblázat

Különböző hígítású aluminátlúg-oldatok dioxános extrakciója során kapott kapacitás változások

(Mólviszony — az oldat $Na_2O : Al_2O_3$ aránya — 3,5; mérési hőmérséklet 20 °C; extrahálószer: 50 ml dioxán)

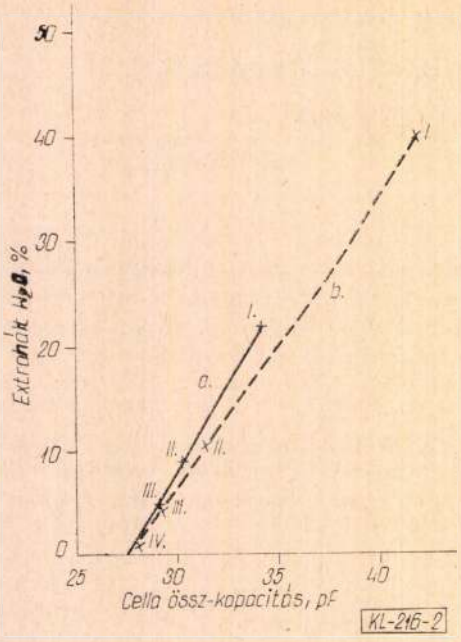
Az oldat kausztikus Na_2O_k tartalma g/l	Bemért oldat mennyiség ml	Cella kapacitás pF	Az extrakció után a dioxános fázis H_2O tartalma, %
252,0	5	34,0	2,1
168,0	5	38,0	3,3
126,0	5	42,0	4,5
84,0	5	46,7	5,8
63,0	5	50,5	6,7
30,5	5	55,0	7,8

A mérések alapján tehát egyszeri extrakcióval is az oldat víztartalmának nagyobb része (mintegy 60%-a) a szerves fázisba ment át. Ennél a vizsgálatnál 1 : 10 lúgoldat—dioxán arányt használtunk, tehát jelentős dioxán felesleggel dolgoztunk. Az *1. ábrán* az egyszeri extrakcióval szerves fázisba átvihető vízmennyiséget ábrázoltuk az aluminátlúg oldat koncentrációjának függvényében.

Az ábrából látható az összefüggés állandó mólviszony ($\alpha = 3$) mellett, változó Na_2O_k koncentráció esetén.

Többszöri extrakciót végezve azt tapasztaltuk, hogy az első extrakciónál (az említett fázisarány mellett) az összes extrahálható víztartalom 60—70%-a megy át a szerves fázisba, a második extrakció során már csak kb. 20%, míg a harmadik extrakciónál mintegy 10%. Nagyobb hígítás esetén is hasonló képet kapunk (2. ábra *b* egyenes), noha ebben az esetben még egy negyedik extrakciót is végeztünk, amikor már a szerves fázisban talált vízmennyiség az összes extrahálhatónak alig 0,5%-át tette ki. A *2. ábrán* az egyes, egyenként 50 ml dioxánt tartalmazó extraktumokban mért vízmennyiséget mutatjuk be a bemért lúgoldat térfogatának százalékában kifejezve. Ebből az ábrából szembetűnő az, hogy a hígítástól függően lényegében csak az első és kisebb mértékben a második extrakciónál jelentkezik különbség az extraktum víztartalmában, a harmadik extrakciós fokozat már a hígítástól (ill. az oldat Na_2O_k koncentrációjától) függetlenül ugyanannyi vizet visz át a szerves fázisba.

Az extrakciók során azt a jelenséget is megfigyelhettük, hogy a második extrakciónál kocsonyás anyag kezd az edény falára kiválni, majd a



2. ábra. Aluminátlúg oldatból többszöri extrakcióval eltávolított víz mennyisége a kiindulási oldattérfogat (5 ml) százalékában

Az I., II., III. és IV. számok az egyes extrakciós fokozatokat jelölik. *a* — a lúgoldat koncentrációja: Na_2O_k=243,8 g/l; *b* — a lúgoldat koncentrációja: Na_2O_k=121,9 g/l

harmadik extrakció során fehér, aprókristályos csapadék (nátriumaluminát) válik ki. Ily módon az extrakció során a teljes víztartalom is eltávolítható.

A vizsgálatok alkalmával azt a nehézséget tapasztaltuk, hogy a dioxános és a lúgos (vizes) fázis határfelülete nehezen észlelhető. Törésmutató mérésével (*Abbé*-féle refraktométerrel) megállapítottuk, hogy a lúgos oldat és a dioxán, ill. az extraktumok törésmutatója között igen kicsiny az eltérés *(2. táblázat)*, így a mérések ezzel a módszerrel gyakorlatilag nem ellenőrizhetők.

A dioxános extrakció során vizsgáltuk a két fázis közötti határ eltűnését is. Bár a törésmutatókban mutatkozó különbség kicsi, töményebb aluminátlúg oldatoknál a fázishatár szabad szemmel észlelhető marad. Fokozatosan hígítva a lúgoldatot (2+1-től 1+20 lúgoldat — víz térfogatrész összetételig) 1+7 részes hígításnál a fázishatár még jól látható, 1+10 és 1+15 részes hígításnál már elmosódó, de még kivehető, 1+20 részes hígításnál pedig már nem látható.

Annak ellenőrzésére, hogy a lúgoldat az extrakció során hogyan viselkedik, azaz átmegy-e a szerves fázisba, az előkísérletek alatt csupán pH-indikátorpapírt alkalmaztunk. Ezzel végzett vizsgálataink azt mutatták, hogy az aluminátlúg Na_2O_k koncentrációjától függetlenül a dioxános fázis mindvégig semleges kémhatást mutatott, míg a választótölcsér alján összegyűlt fázis erősen lúgos maradt. *Šarc—Lahodny* alumínium-elektróddal, vizes oldatban végzett vizsgálatai [4] alapján azonban várható, hogy a szerves fázisba alumíniumionok átmennek. Aluminátlúgok esetére ez még nem tisztázott, így további vizsgálatot igényel.

2. táblázat

A dioxános extraktumok, ill. aluminátlúg-oldatok törésmutatójának összehasonlítása

Vizsgált minta	Az oldat kausztikus Na_2O_k koncentrációja g/l	Törésmutató n_D^{20}
1,4-dioxán	—	1,4224
164 g/l Na_2O_k koncentrációjú oldat dioxános extraktuma	—	1,4213
Aluminátlúg-oldat	164,3	1,4201
Aluminátlúg-oldat	82,1	1,4188
Extrakció utáni lúgos fázis (a 164 g/l-es oldatból)		1,4205

Eddigi vizsgálataink alapján megállapíthattuk, hogy dioxános extrakcióval az aluminátlúg-oldatok víztartalma eltávolítható és az extraktumban mérhető. A mérések általában egy-egy extrakciónál — dielektromos indikálást használva —, rendkívül gyorsan és 0,2 ml extrahált H_2O pontossággal végezhetők.

Az oldatok további tanulmányozása és a vizsgálatok kiterjesztése üzemi, sokkomponensű oldatokra lehetőséget biztosíthat arra, hogy közelebb kerüljünk az aluminátlúgok szerkezetének megismeréséhez.

IRODALOM

[1] *B. Nagy S.:* Dielektrometria. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.

[2] *Oehme, F.:* Dielektrische Messmethoden. 2. kiadás, Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr., 1962.

[3] *Szabó G.* és *B. Nagy S.:* Magyar szabadalom 148 670 (1959) és 149 345 (1960).

[4] *Šarc-Lahdony, O.:* Symposium sur les Bauxites, Oxydes et Hydroxydes d'Aluminium (Zagreb, Oct. 1963), (Acad. Sci. Arts Yougoslavie, Zagreb), 2. 143. (Publ. 1964).

Legközelebbi szakosztályi nagyrendezvényünk:

ALUMÍNIUM KONFERENCIA SZÉKESFEHÉROTT okt. 2—4-ig

Az alumíniumipari szakemberképzés helyzete és feladatai Magyarországon

Ankét az IMB II. Teljes ülésszak keretében

Veszprém, 1971. szeptember 9.

(Folytatás)

Az IMB II. teljes ülésének 2. napi programját az alumíniumipari szakemberképzés helyzetének megvitatására szentelte. Az elnöki tisztet a vendéglátó Egyetem rektora, *Dr. Nemecz Ernő* egyetemi tanár látta el. A bevezető előadást *Dr. Polinszky Károly* akadémikus, művelődésügyi miniszterhelyettes tartotta, melyhez *Dr. Gyulay Zoltán*, *Dr. Horváth Zoltán*, *Dr. Péchy László* professzorok korreferátuma csatlakozott, végül az *Alumíniumipari Trösztszakember továbbképzésbeni feladatait és terveit *Szennay István* MAT vezérigazgatóhelyettes ismertette. Az elnökségben *Dr. Nemecz Ernő* és *Dr. Polinszky Károly* mellett *Dr. Korányi György*, a NIM főosztályvezetője és *Dr. Juhász Ádám* az IMB főtitkára foglalt helyet. Az előadásokat — melyeket részben rövidítésekkel közlünk — érdekes és élénk vita követte, melynek érdemi részét az általános érdeklődésre számottartó témakör miatt szintén ismertetjük.

A magyar műszaki felsőoktatás és az alumíniumipari szakemberképzés helyzete és feladatai

Dr. Polinszky Károly
akadémikus, egyetemi tanár
művelődésügyi miniszterhelyettes

„*Az alumíniumipari szakemberképzés helyzete és feladatai Magyarországon*". Ez az ankét címe. Úgy gondolom, nem tévedek, amikor azt hiszem, senki nem vár tőlem kizárólag a címben foglaltakat felölelő előadást. Ha úgy tetszik többet szeretnék áttekinteni, nevezetesen a magyar műszaki felsőoktatást. Jelenét és fejlődésének látható irányát, azt az utat, mely előttünk áll.

Engedjék meg, hogy nagy örömmel üdvözöljem az *ICSOBA Magyar Bizottságának* azt az elhatározását, hogy folyó évi ún. *Teljes Ülése* középpontjába az alumíniumipari szakemberképzés és továbbképzés megvitatását állította. Az a célkitűzés is csak üdvözölhető, hogy a tematika ezúttal nem szorítkozik az ICSOBA szűkebb tevékenységi területére, vagyis a bauxitbányászat, timföldgyártás és alumíniumelektrolízis szakterület szakember ellátottságának és az ezzel kapcsolatos feladatok elemzésére, hanem az adott iparág egész vertikumát kívánja vizsgálni. Ezt a kört szeretném még tovább tágítani úgy, hogy egy-egy kérdéscsoport kapcsán az általános, országos tendenciák alumíniumipari vonatkozásaira is igyekszem kitérni — a *Magyar Alumíniumipari Trösztől* kapott értékes információk felhasználásával.

A tudomány és a technika gyorsütemű fejlődése mind erőteljesebben követeli a korábbi, időről időre végrehajtott reformokkal szemben a felsőoktatás folyamatos, állandó *korszerűsítését*. Nem a szóhasználat megváltozása az, hogy most *reform helyett korszerűsítésről* beszélünk. Lényeges tartalmi és módszertani eltérés van a kettő között. A korszerűsítés fogalmában jól kifejlődik az, hogy az oktatásügy ilyen típusú továbbfejlesztésének nem egy korábbi vagy jelenlegi állapot azonnali és gyökeres megváltoztatása, hanem az idő haladásával, a társadalom és a tudomány növekvő igényeivel lépést tartó, szükségszerű és felismert folyamata.

A mai korszerűsítési törekvéseink lényegében egyes vonalú folytatói és továbbfejlesztői — az imént mondottak figyelembevételével — a hatvanas évek elején meghirdetett, illetőleg megindított felsőoktatási reformnak.

Az *MSZMP X. Kongresszusa* határozatot hozott az állami oktatás egészének felülvizsgálatáról. A vizsgálat kettős célt szolgál. Egyfelől mérlegre teszi negyedszázad eredményeit, másfelől számot vetve szocialista társadalmunk igényeivel, a tudomány haladásával, a felsőoktatás hazai és nemzetközi tapasztalataival, tendenciáival — meg kívánja határozni a továbbhaladás útját.

Felsőfokú szakemberképzésünk elsődleges feladata a népgazdaság megfelelő minőségű és mennyiségű szakemberrel való ellátása. Ebből következik, hogy a felsőoktatási intézmények hallgatólétszámát alapvetően a szakemberszükséglet határozza meg. Összehasonlítva jelenlegi mennyiségi színvonalunkat az európai országok adataival, megállapíthatjuk, hogy az átlag alatt vagyunk. Messzemenő következtetéseket nem szabad levonnunk, de figyelmen kívül hagyni is hiba lenne.

A szakemberszükségleti tervek adatai megbízható támpontok a szakemberképzés számára, azonban fetisizálni sem szabad. Ma, a tudomány és technika igen gyorsütemű és változó időszakában a szakemberszükségleti terveket időről időre szembesítenünk kell a társadalmi fejlődés változó igényeivel, s a korrekciókat a lehető legrövidebb időn belül végre kell hajtanunk.

Vizsgáljuk meg e ponton a *Magyar Alumíniumipari Trösztthöz* tartozó vállalatok és intézmények szakember ellátottságát és várható szükségletét. 1970. december 31-én a mintegy 18 000 főt foglalkoztató MAT keretében 933 egyetemi és 155 főiskolai, ill. felsőfokú technikumi végzettséggel rendelkező szakember dolgozott, vagyis 1088 főnek volt felsőfokú képesítése, míg a technikusok száma 1926 fő volt. (Utóbbiak közül 547 fő a fizikai munkásállományba tartozott.) 1960. december 31-én viszont még csak 431 fő rendelkezett felsőfokú képesítéssel, a technikusok száma pedig 540 fő volt (ebből 276 fő fizikai munkás állományban). Az utolsó tíz év során tehát az alumíniumiparban a felsőfokú képesítéssel rendelkező szakemberek száma 2,5-szeresére, a technikusok száma csaknem négyszeresére emelkedett és mind a hazai egyéb iparágak, mind a külföldi alumíniumipari vállalatok adataival összevetve *igen kedvező szintet ér el.* A gyors számszerű fejlődést a nagy alumíniumipari létesítmények beruházásának megvalósítása eredményezte, melyek belépéséhez szükséges szakemberekről természetesen a termelés megkezdése

előtt már gondoskodni kellett. Így a MAT már jelenleg is rendelkezik pl. a bővített *Almásfüzitői Timföldgyár*, az *új Ajkai Timföldgyár*, a *Székesfehérvári Könnyűfémmű* szakembergárdájával. Minthogy a következő 15 év az alumíniumipar intenzív fejlesztésének periódusa lesz, a számszerű fejlődés erősen lelassul, az új szakemberekre elsősorban minőségi csere miatt lesz szükség, a vidéki vállalatok egy részénél ezenkívül közgazdászokból és építészmérnökökből viszonylagos hiány van. 1985-re az alumíniumipar 1044 egyetemi, 257 főiskolai, ill. felsőfokú technikumi és 2587 technikumi végzettségű szakembert tervez foglalkoztatni. Ugyanakkor az elmúlt tíz évben tapasztalt nagyarányú számszerű fejlődés azt eredményezte, hogy az *1088 fő felsőfokú képesítésű dolgozó 68,6%-a 20—40 éves életkorú*. Az új szakemberek iránti igényt ez a tény szintén csökkenti, ugyanakkor rendkívül aláhúzza ezen szakemberek továbbképzésének — lehetőleg szervezett — megoldását. Érdekes képet mutat az *1088 fő* felsőfokú képesítésű dolgozó szakterületek közötti *megoszlása* is. Közülük 852 fő műszaki, 95 fő közgazdász, 47 jogász, 94 egyéb. A műszakiakon belül *136+33 fő vegyészmérnök, ill. vegyész, 162 fő kohómérnök, 248 gépészmérnök, 98 bányamérnök, 34 geológus, 94 villamosmérnök* található, de összesen 21 szakterület képviselteti magát. Hasonló széles spektrumot mutat a technikusok szakterület szerinti megoszlása is. Az alumíniumipar szakemberigénye tehát meglehetősen differenciálódott, ami továbbképzésük vállalaton belüli megoldását szervezett formában gyakorlatilag lehetetlenné teszi.

Az alumíniumipar szakember helyzetének e rövid áttekintése után áttérek a *felsőfokú szakemberképzés korszerűsítésére irányuló elképzeléseink és kísérleteink ismertetésére.*

Az 1963/64-ben folytatott széleskörű vizsgálatok és elemzések alapján világossá vált, hogy a népgazdaság távlati műszaki szakemberszükségletét a továbbiakban nem a technikusok és mérnökök képzésével lehet kielégíteni, hanem a felsőfokon két lépcső beiktatása szükséges, a szaktechnikusok mellett üzemmérnököket és okleveles mérnököket kell képezni. Ennek megfelelően a műszaki szakemberszükséglet felsőfokú kielégítése részben főiskolákon, részben egyetemeken történik. A főiskolák új intézményeket, illetőleg felsőfokú technikumokból átszervezés útján létrejött főiskolákat jelentenek. A műszaki szakemberképzés szerkezeti átalakítása nemcsak a magyar felsőoktatásra jellemző, a megoldás módja is eltérő az egyes, különböző fejlettségi fokon álló országokban, ezért nem haszontalan e szerkezet átalakítás okának, módszerének, céljának áttekintése.

A műszaki élet fejlődése egyre több bonyolult gépet, folyamatot hoz létre, melyek mind nagyobb elméleti tudást követelnek a szakemberektől. Természetes, hogy az egyetem nem taníthatja meg hallgatóit *„mindenre". A túlzott specializálódás nem lehet az egyetem feladata az olyan kis országban, mint hazánk.* A specialisták képzése a szükséges feltételekkel rendelkező baráti országokban, közülük is elsősorban a *Szovjetunióban* folyik. Ez azonban — bármilyen jelentős is a népgazdaság számára — nem oldja meg valamennyi problémánkat. Alapvető kérdés, hogy milyen szakembert nyújt a felsőoktatás és milyent vár a felhasználó: az ipar, a mezőgazdaság, a gyakorlati élet. A felhasználók kész szakembereket várnak, olyanokat, akik a munkábaállás napján pontosan ismerik a gondjaikra bízott területet, annak minden részletét, s ne csak tegyék, mit tenniük kell, hanem a műszaki továbbfejlesztésben is élen járjanak. Nem nehéz belátni, hogy ilyen szakemberek képzésére egyetlen felsőoktatási intézmény sem vállalkozhat. Mi az tehát, ami tehet és tennie kell? Olyan erős alapképzést nyújtani az egyetemi, főiskolai évek alatt, melyre épülve az intézményi vagy önképzés eredményeként a felhasználók által kívánt szakemberek képezhetők. Szerte a világban tapasztalt tendencia, hogy az egyetemek az úgynevezett alaptárgyakra fordított időt növelik, különösen a tanulmányi idő első részében. Az alapozásra fordított idő növelésével a túlterhelés fokozódásának elkerülése érdekében a gyakorlati jellegű tárgyaktól veszik el egyfelől, másfelől pedig egyre sikeresebb harc folyik a felesleges terhelés megszüntetése érdekében.

Az alapképzés erősítése sem old meg minden problémát. Ha a népgazdaság igényeit vizsgáljuk, meg kell állapítanunk, hogy kétféle típusú szakemberre van szükség. S itt a kétféle típus az, amit hangsúlyozni szeretnék, melyet a felsőoktatásnak kell megoldania. A társadalomnak szüksége van olyan szakemberekre, akik gyorsan felismerik az új jelenségeket és ezek alapvető összefüggéseit, képesek azokat kifejezni és alkalmazni, illetve azokat alkalmazásra előkészíteni. E műszaki szakemberek elsősorban — de nem kizárólag — a kutatás és fejlesztés, a magasabb szintű oktatás, valamint a vezetés és irányítás feladatait láthatják el. Ennek megfelelően az *okleveles mérnököknek széleskörű, tudományosan megalapozott, viszonylag kevéssé specializált ismeretekkel kell rendelkezniük.* E szakemberek ismerettárának nagyrésze viszonylag állandóbb jellegű, lassan elévülő kell, hogy legyen, s e szakemberek képesek legyenek jól alkalmazkodni a gyors tudományos és technikai fejlődéshez és egyúttal meggyorsítani annak előrehaladását. E szakemberek képzése a műszaki egyetemek feladata.

Amíg tehát az okleveles mérnökök széles, tudományos ismeretekkel rendelkeznek, addig *az üzemmérnökök a szűkebb szakma mélységeiben rendelkeznek alapos tudással.* Így mindenekelőtt a műszaki előkészítés, s gyártás, termelés, az üzemfenntartás fontosabb feladatainak végzésére hivatottak, de a kutatás-fejlesztés és vezetés-irányítás egyes részleteit is jól elláthatják. Ilyen szakembereket képeznek az újtípusú műszaki főiskolák mellett a kétlépcsős oktatást beindított egyetemek.

E két egymástól eltérő típusú szakember mellett — mint utaltam már rá — továbbra is szükség van az alsóbbszintű végrehajtó pontokon, különösen a munkások közvetlen irányítására olyan technikusokra, akik elegendő általános műveltséggel és szakmai ismeretekkel rendelkeznek ahhoz, hogy helyesen megfogalmazott, konkrét utasításokat szabatosan végrehajtsák, illetve végrehajtassák, továbbá specializált gyakorlati szakismeretük és begyakorlottságuk birtokában a fizikai munkáso-

kat szakszerűen irányítsák, segítsék és ellenőrizzék. E szakemberek a szakközépiskolák elvégzése után — megfelelő gyakorlat és képesítő vizsga alapján — technikusi minősítést kapnak.

Az egyetemi és főiskolai képzés egymás közötti viszonyában, illetőleg kapcsolatában *három lehetőség* kínálkozik.

Az egyik a párhuzamos oktatás. A két képzés egymással párhuzamosan, szervezetileg egymástól függetlenül folyik, kapcsolatuk a népgazdasági igények koordinálásával valósul meg. Ilyenek az önálló főiskolák vagy az egyetemek főiskolai karai. Ez a párhuzamos oktatás a legelterjedtebb, világszerte általánosnak nevezhető.

A másik az elágazó képzés. Ez azt jelenti, hogy a hallgatók bizonyos ideig együtt tanulnak, majd képzésük egymással párhuzamosan folyik.

A harmadik az egymásra épülő képzés, amelyben minden hallgató először a műszaki főiskolai tanulmányait fejezi be, egységes oklevelet kapnak, majd közülük kerülnek ki azok, akik továbbhaladva tanulmányaikban okleveles mérnökként szereznek, immár második diplomát.

E képzési rendszer kísérletei több országban folynak, s bár kétséget kizáróan megállapíthatjuk, hogy az előbb-kezdők között vagyunk, az eddigi tapasztalatok még nem elegendők az átfogó, megbízható értékelésre. Márcsak azért sem, mert a menetközben jelentkező problémák megoldása folyamatos megoldást igényel. Megállapítható azonban az, hogy külföldön is mind több helyen — elsősorban az UNESCO biztatására — folynak a kísérletek, s ma már nem tekinthető unikumnak a kétlépcsős képzés bevezetésének terve. Ez vonatkozik a hazai tapasztalatokra is, s talán ez az a konkrétum, mely az eddigi kísérletek eredménye. A széles oktatói rétegek nemcsak felismerik a szükségességét, hanem keresik is megoldását egy olyan többfokozatú mérnökképzésnek, amelyben az egyes intézmények tantervei és képzési módszerei között az összhang biztosított. Miután a kérdés megoldása nem egyszerű, s mint ahogy jeleztem is, nem csupán egyetlen úton érhető el, mindaddig kísérletként kell kezelni, míg egyértelmű tapasztalataink határozott állásfoglalást lehetővé nem tesznek. Kísérletezünk tehát, de ezeket a kísérleteket el kell végeznünk, s ehhez a bátorítást a felsőoktatás irányítóinak állásfoglalása biztosítja.

Az alumíniumipar számos vezetőjével összhangban az a véleményünk, hogy a műszaki szakemberképzésnek is tudatosítania kell, hogy a gyakorlatban az ipar mindig gazdasági célok elérésére törekszik, műszaki eszközökkel — amiből az is következik, hogy a technológiák kialakításánál, értékelésénél a gazdaságosság elhatároló jelentőségű és azt a mindennapi oktatásnak állandóan tudatosítania kell. El kell sajátíttatni a hallgatókkal az elméleti ismeretek gyakorlati felülvizsgálatának képességét, amihez viszont gyakorlati élményre van szükség. Ezt biztosítaná az a *javaslat, hogy az egyes lépcsők között 1—2 éves üzemi gyakorlatra kerüljön sor*, beleértve mind az üzemmérnök okleveles mérnökké, mind ennek egyetemi műszaki doktorrá képzését. A javaslat szerint ettől a közbeeső üzemi

A hallgatóság soraiból

gyakorlattól csak igen kivételes esetben tekintenének el.

Felmerül az a kézenfekvő kérdés is, hogy mi az az ésszerű, célszerű határ, ami az alaptárgyakból, pl. matematika, fizika, kémia oktatni kell. Helytelen lenne valamiféle maximalizmusra törekedni, *célszerűbbnek látszik pl. csak a szakma gyakorlásához szükséges és logikai gyakorlatot biztosító matematikai tudás megkövetelése*, hiszen a matematika alkalmazott tudománnyá vált, üzemek, intézmények nem nélkülözhetik a speciális képzettségű matematikus szakembert. Ha nem visszük túlzásba az alaptárgyak oktatását, akkor az üzemmérnökök is korszerű technológiai ismeretekhez juthatnának, természetesen nem az egyes technológiák részleteit, hanem az általános törvényszerűségeket, folyamatokat, műveleteket illetően.

Tisztelt Konferencia!

Mint mondottam, ma már általános tendencia, hogy az egyetemek, szilárd alapképzést nyújtanak, s igyekeznek a végzett hallgatókat olyan ismeretanyaggal felruházni, mely a specializálódásra, a tudomány és technika új eredményeinek befogadására, gyors reagálásra teszi őket alkalmassá. Egy konkrét üzem igénye: a mindent tudó szakember képzése az egyetemi évek alatt, mint láttuk korunkban már lehetetlen. Ezt a feladatot is el kell végeznünk azonban, hiszen végső soron úgy is fogalmazhatunk, hogy valamennyi munkahely pontosan meghatározott, konkrét igényeket támaszt a szakemberrel szemben. Az egyetem alapozó képzése után a kiegészítő képzés, az átképzés és a továbbképzés az a szervezett oktatási lehetőség, mely maradéktalanul képes bizonyítani a felhasználók által az alkalmazni kívánt szakemberekkel szemben támasztott követelményeket.

A kiegészítő képzés olyan nappali tagozaton kívüli egyetemi vagy főiskolai képzés, mely az abban résztvevőknek korábban megszerzett oklevelét magasabb szintű képesítéssel egészíti ki, illetőleg alacsonyabb szintű felsőfokú oklevelüket szakjuknak megfelelő egyetemi vagy főiskolai végzettséggel egészítik ki. Kiegészítő képzésnek tekinthető a továbbképzés formájában megszervezve a mérnöktanár képzés, valamint a szakos közgazdászok pedagógiai továbbképzése. Kiegészítő képzésként szervezzük a felsőfokú technikumok-

ban és szakiskolákban résztvetteknek a műszaki főiskolákon, illetve gazdasági jellegű főiskolákon elnyerhető üzemmérnöki, illetőleg üzemgazdasági oklevél megszerzéséhez szükséges képzést.

Az átképzés a megszerzett egyetemi vagy főiskolai oklevél mellett olyan tanulmányok folytatása, mely felsőfokú képzés keretében az alapvégzettségtől eltérő szakirányú végzettséget nyújt. Például a műszaki főiskola gyártástechnológia szakán végzett üzemmérnök részére, másik főiskolán automatizálási szakon szerzett végzettséget biztosítunk. Ennek keretében lehet biztosítani a speciális szakember-szükséglet kielégítését, melyre nem szintbeli eltérés jellemző, hanem a szakirány különbözősége.

A szakemberek továbbképzésének rendszeréből a mérnökök és az üzemmérnökök továbbképzésének kérdését emelném ki.

Ismeretes, hogy a mérnökök továbbképzése történelmileg is és eredményeiben is a leggazdagabb múltra tekinthet vissza. Gazdája ma a tanfolyami formában működő *Mérnök Továbbképző Intézet.* Huzamosabb időn keresztül kialakított tanmenetei szerint nemcsak oklevéllel rendelkező műszaki szakemberek továbbképzését látja el, hanem megfelelő gyakorlati szakismeretekkel rendelkező műszaki szakemberek számára is rövid időtartamú — 3 vagy 5 hetes — tanfolyamokat szervezett. A műszaki egyetemen kialakult a mérnök-közgazdász és a szakmérnök-képzés, mint továbbképzési forma. Mindkettő viszonylag kisebb létszámot átfogó, többéves periódusra tervezett, meghatározott tudomány területeken történő specialista-képzést biztosít, melynek megvalósításához a jelenlegi szakmérnökképzés, illetve mérnök-közgazdászképzés jó kiinduló alap. E képzési formák ma már — a tapasztalatok alapján — korszerűsítést, továbbfejlesztést igényelnek, mind tartalmi, mind szervezeti tekintetben. Új formaként jelentkezik ma még tervekben és koncepcióban a többszintű képzés keretén belül az úgynevezett harmadik fokozat, mely két éves továbbképzés, amely egyetemi doktori cím megszerzésével zárulna.

Hangsúlyozni szeretném, hogy a továbbképzés rövidebb tanfolyami formái és a szűkebb körre terjedő specialista-képzés egymással szoros összhangban van és a tudomány és technika rohamos fejlődésével kölcsönhatásban van.

Ily módon elképzelhető, hogy valamely fontos szakterület egy meghatározott időpontban vagy periódusban mérnökspecialistákat igényel, néhány esztendő múlva azonban ugyanez a feladat széles körben bevezetendő tanfolyamszerű ellátást kíván csak meg. Hasonlóképpen egy előre nem látható új határterületre való képzést is a továbbképzés keretében kell mindaddig megoldani, míg a születő új tudományág intézményes oktatása bevezetésre nem kerül.

Az üzemmérnökök továbbképzése nagyrészt soronlevő feladat. Előkészítés stádiumában van a felsőfokú szaktechnikusok, illetve üzemmérnökök egyetemi továbbképzésének szervezett kialakítása. Az üzemmérnökök továbbképzését első lépcsőben olyan szaktanfolyamok szervezésében célszerű megkezdeni, melyek közvetlen ipari vonalon jelentkező — ágazati jellegű — szakember-szükségletet pótolnak.

A továbbképzés kérdését az alumíniumiparra konkretizálva egyetérthetünk abban, hogy a szakmérnökképzés elsősorban a gépészeti szakmában, pl. kalorikus, hegesztő, öntő stb. a mérnök-közgazdász vonalon, vagy alaptudományok terén, pl. alkalmazott matematika, elektronikus számítógépek, az országos gyakorlat tapasztalataival összhangban, igen eredményes lehet. Ide tartoznak továbbá mindazon területek, melyek laboratóriumjellegű keretekben sajátíthatók el, így a kémiai analitika, műszeres kémiai analízis, korrózió, radiokémia, röntgenvizsgálatok, elektronoptika, stb. Alkalmasak az egyetemek továbbá arra is, hogy időnként felfrissítsék és korszerűsítsék a korábban végzett és az iparban dolgozó hallgatóinak technológiai alapismereteit, vagy úgy is mondhatnánk elméleti technológiai ismereteit, hogy a gyakorlatban dolgozó szakemberek tudásszintjét nagyjából az éppen végző fiatal hallgatók szintjére emelje. Ez természetesen az egyetemek, ill. oktató személyzetek rendszeres továbbképzése és a gyakorlati élettel való kapcsolata nélkül elképzelhetetlen.

Úgy gondoljuk azonban, hogy nem kívánható meg viszont az egyetemektől a gyakorlati technológiák vonalán a magasszintű továbbképzés, melyre sem személyi, sem tárgyi előfeltételekkel általában nem rendelkeznek. Ez a feladat a magyar alumíniumiparban is az egyes vállalatokra, ill. a *Magyar Alumíniumipari Tröszt* központi szervezésére vár.

Meg kell említenem az ipari szakemberek bekapcsolásának helyes gyakorlatát is az egyetemi oktatásba, kötelező vagy fakultatív tárgyak, szemináriumok meghívott előadóiként. Ez a forma igen alkalmas a hallgatók érdeklődésének felkeltésére egy-egy területen, de jelentőségét eltúloznunk nem szabad, nem pótolja, csak kiegészítheti a rendszeres tanszéki oktató-nevelő munkát.

Tisztelt Konferencia!

Megkísérelem felvázolni a műszaki szakemberképzés néhány főbb kérdését, a megoldási variánsokat, egyszóval egy kis ízelítőt próbáltam nyújtani mindennapi gondjainkból. Így gondolom, hogy ezek alapvető kérdések, s egyformán vonatkoznak valamennyi szakterületre. Tudomásom szerint a korreferátumok a speciális kérdéseket elemzik majd, s nyilvánvalóan olyan kérdések is felmerülhetnek, melyek hozzásegítenek a műszaki szakemberképzés egészének jobbá, hatékonyabbá tételéhez.

Végezetül engedjék meg, hogy kifejezzem azt a reményemet, hogy Önök, mint az egyetemet, főiskolát végzett szakembereket alkalmazók, feltárják tapasztalataikat, elmondják javaslataikat, melyeket ugyan az alumíniumiparban dolgozó szakemberek felkészültségénél tapasztaltak, de általános problémaként kezelendő. Mindezt annál is inkább mondhatom, mert *mi nem egyszerűen diplomát akarunk tízezreknek adni, hanem a népgazdaságot megfelelő felkészültségű szakemberekkel kívánjuk ellátni*, s ez útkeresésünk mozgatója.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. AUGUSZTUS HÓ 8

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал Металлургия
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen Hüttenwesen
Mining & Metallurgical Journal Metallurgy

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel.: 127-084, 318-926

TARTALOM

BALSAY ISTVÁN: A folyékony acél nemesítő eljárásai 337
ÉLES LÁSZLÓ: Különleges acélgyártó eljárások 340
DR. HEGEDÜS ZOLTÁN: Elektronsugaras acélolvasztás 345
LENDVAI ENDRE: Az elektrosalakos eljárás hazai eredményei és alkalmazási lehetősége 349
Hozzászólások a „Különleges olvasztási eljárások alkalmazása Magyarországon" ankét előadásaihoz 356
DR. KÁLDOR MIHÁLY—DR. TEMESI ZOLTÁNNÉ: Kristályosodás fémolvadékban 359
Egyesületi hírek 366
Beszámoló konferenciáról 367
Korszerű anyagvizsgáló berendezések 367
Anyagvizsgálati hírek 369
Megjegyzések *V. Sz. Rutesz:* „A folyamatos acélöntő berendezések termelékenységének növelése és a profilválaszték bővítése a Szovjetunióban" című cikkének magyar fordításához 370
Műszaki és gazdasági hírek 371

FÉMKOHÁSZAT

SZENNAY ISTVÁN: A Magyar Alumíniumipari Tröszt feladatai és elképzelési az alumíniumiparban foglalkoztatott mérnökök továbbképzésével kapcsolatban 374
DR. HORVÁTH ZOLTÁN: Alumíniumipari szakemberképzés Miskolcon 377
Üzemi hírek 376
A Fémkohászattani Tanszék hírei 379
Műszaki és gazdasági hírek 384

ÖNTÖDE

TRAJKOVICS JÓZSEF—GAJÁTA FERENC: Tanulmány a mintakészletek öntödei tulajdonbavételéhez 169
Könyvismertetés 175
KELEMEN LAJOS: Indukciós kemencék alkalmazása vasöntödékben 176
Szakosztályi hírek 182
Öntödei tanulmányút Nyugat-Németországban 1971. augusztus 27.—szeptember 7. 186
Felhívás ..... B/III

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293. Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
72. 8., 17448 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM 105
ГОД
JAHRGANG
YEAR

SZÁM 8
№
Nr.
No.

AUGUSZTUS 1972
АВГУСТ
AUGUST
AUGUST

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Иштван Балшаи: **Способы улучшения жидкой стали** ..... С 337

В настоящее время, кроме повышения качества стали в установке для производства стали, все больше требуется дальнейшее улучшение готовой, жидкой стали. В статье группируются эти способы улучшения, автор сообщает об их влияниях, анализирует их области применения и экономичность.

Ласло Элеш: **Особые способы производства стали** ..... С 340

Особые требования к качеству массовых сталей. Возникновение особых способов производства стали. Краткий обзор важнейших характеристик вакуумно-индукционного, вакуумно-дугового и электрошлакового способов производства стали и краткое описание отечественных установок.

Д-р Золтан Хегедюш: **Электроно-лучевая плавка стали** ..... С 345

Настоящее положение электроно-лучевой плавки сталей, направления будущего развития. Электроно-лучевая плавка стали становится экономичной при помощи установок новой системы, работающих с ломом или жидкой садкой. Иностранные и отечественные результаты электроно-лучевой плавки шарикоподшипниковой стали и горячей инструментальной стали. Возможности применения переплавленной стали электроно-лучевым способом.

Эндре Лендваи: **Результаты и возможности применения электрошлакового способа производства стали в ВНР** ..... С 349

Результаты проведенных испытаний на экспериментальной установке Исследовательского института по черной металлургии. Благоприятные свойства сталей, произведенных электрошлаковым способом. Целесообразные области применения. Экономичность способа.

Д-р Михан Калдор—Д-р Темеши Золтанне: **Кристаллизация в металлическом расплаве** ..... С 359

На развитие кристаллов влияют два фактора: энтальпия и энтропия поверхности. Усиленно влияют направленное освобождение тепла и также разность концентраций кристаллов и окружающего кристаллы расплава. Определение скорости роста дендритов. Три альтернативы изменения концентраций. Практическое применение при очистке, раффинированных металл: зонная плавка.

INHALT

I. Balsay: **Die Veredelungsverfahren des flüssigen Stahles** ..... S 337

Neben der verbessernden Entwicklung der herkömmlichen Stahlerzeugungsverfahren verbreitet sich immer mehr die Weiterveredelung der aus den herkömmlichen Öfen fliessend erhaltenen Stahles. Es werden diese Veredelungsverfahren und ihre Wirkung auf die Qualität, ihre Anwendungsmöglichkeit und Wirtschaftlichkeit besprochsn.

L. Éles: **Besondere Stahlerzeugungsverfahren** ... S 340

Die an die Massenstähle gestellten qualitativen Anforderungen. Die Entwicklung der besonderer Stahlerzeugungsverfahren. Die wichtigsten Kennzeichen des Vakuuminduktions-, des Vakuum-Lichtbogen- sowie des Elektroschlacken-Verfahrens. Beschreibung der einheimischen Einrichtungen.

Dr. Z. Hegedüs: **Das Elektronenstrahl-Umschmelzen von Stahl** ..... S 345

Lage und Entwicklungsrichtungen der Stahlerzeugung durch Elektronenstrahl-Umschmelzen. Das Verfahren kann durch Anwendung von Stahlabfällen oder von flüssigem Einsatz wirtschaftlich gestaltet werden. Die einheimischen und ausländischen Erfahrungen beim Umschmelzen von Kugellagerstählen und Héisswekzeugstählen durch Elektronenstrahl. Anwendungsmöglichkeiten de Stahles.

E. Lendvai: **Die einheimischen Ergebnisse und Anwendungsmöglichkeiten des ES-Verfahrens** ... S 349

Die mit der Versuchsanlage des Eisenforschungs-Institutes erhaltenen Ergebnisse. Die vorteilhaften Eigenschaften der mit dem ES-Verfahren erzeugten Stähle. Die zweckmässigsten Verwendungsgebiete des ES-Stahles. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Dr. M. Káldor—Frau Dr. Z. Temesi: **Kristallbildung in Metallschmelzen** ..... S 359

Die auf die Ausbildung der Kristalle wirkenden zwei Hauptfaktoren: die Enthalpie und die Entropie der Oberfläche. Ausserdem wirken noch die gerichtete Wärmeentnahme und der Konzentrationsunterschied der Kristalle und der sie umgebenden Schmelze. Bestimmung der Wachstumgeschwindigkeit der Dendrite. Die drei Alternativen der Konzentrationsänderung. Praktische Anwendung bei der Raffination der Metalle in dem Zonenschmelzen.

CONTENTS

I. Balsay: **Refining methods for liguid steel .... P 337**

In addition to introducing improvements in traditional steelmaking equipment it has proved increasingly necessary to employ further refining methods to the finished steel leaving the furnace in the liquid state. The paper discusses these methods, their effects, fields of application and economic results.

L. Éles: **Special steelmaking processes ..... P 340**

Special requirements of commercial steels. Development of special steelmaking processes. Characteristics of the vacuum induction, the vacuum arc and the electroslag processes; short description of the domestic equipment.

Dr. Z. Hegedüs: **Electron beam steel melting ... P 345**

The present situation and future development of electron beam steel melting- The novel types of equipment, using scrap or hot metal, assure the economic feasibility of electron beam steel melting. Experiences gainedat home and abroad in the electron beam melting of ball bearing and hot die steels. Applications of electron beam melted steels.

E. Lendvai: **Domestic results and possibilities of application of the electroslag steelmaking process ..... P 349**

Experiences gained with the pilot equipment of the Ferrous Research Institute. Favorable properties of steels producedbytheelectroslag process. The main fields of application. Economy of the process.

Dr. M. Káldor—Mrs. Dr. Z. Temesi: **Crystallization in metallic melts ..... P 359**

Surface enthalpy and entropy: the two factors which influence the crystal development. The directed extraction of heat and the difference in concentration between the crystals and the surrounding melt exert a strong influence. Determination of the dendrite growth rate. Three alternatives of the variation of concentration. Practical application in the purification and raffination of metals: zone melting.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, BOROSSAY BÉLA, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 8. szám 1972. augusztus

A folyékony acél nemesítő eljárásai*

BALSAY ISTVÁN okl. kohómérnök

DK.: 669.18—154 : 621.783 : 621.79

A hagyományos acélgyártói berendezések minőségjavító fejlesztései mellett egyre kiterjedtebben szükség van az ezekből a berendezésekből kikerülő kész acélok — folyékony állapotú — továbbnemesítésére.

Ezeket csoportosítja, hatásukat ismerteti, alkalmazási területüket és gazdaságosságukat elemzi ez a bevezető és részleteiben a rákövetkező néhány előadás.

A vákuumtechnika gondolata az acélmetallurgiában — legalábbis elméletben — több mint száz éves. Az első javaslatok arra nézve, hogy az acélban oldott gázokat (főleg a hidrogént) vákuumszivattyúkkal vonjuk el, már száz évesek. Az acélmetallurgia eddig még túl nem szárnyalt, univerzális zsenijének Henry Bessemernek nemcsak a róla elnevezett szélfrissítő eljárást köszönhetjük, de a dugós acélöntőüstöt, a folyamatos-öntés gondolatát lemezhengerek palástja közé öntött és onnan lepény alakban kikerülő termékek formájában, az acélfrissítésre szolgáló oxigén használatának gondolatát, valamint *az 1865-ben* kelt USA szabadalmat is — a folyékony acél vákuumkezelésére. Természetes az, hogy sem a vákuumszivattyúk teljesítményéről, sem a létesítendő vákuum abszolút értékéről megalapozott véleményekről száz évvel ezelőtt még nem lehetett szó.

Csupán 1900-tól a második világháború kitöréséig következett be azután lassú, de folyamatosnak mondható fejlődés, amelynek első képviselője 1902-ben *Bolton* vákuumos ívfényes, 1929-ben pedig *Rohn* vákuumos indukciós kemencéje volt.

Az utóbbi mintegy két évtizedben a vákuummetallurgia jelentékeny mértékű alkalmazásra talált a nagyüzemi acélgyártásban is. Annak ellenére, hogy az ilyen eljárások sokaságát fejlesztették ki az üzemi érettség állapotáig, mégis aránylag könnyen lehet ezeket az eljárásokat két fő csoportba sorolni:

1. A folyékony acéladagok vákuumos kezelőeljárásaira.
2. A vákuumban ömlesztő, vagy abban kikészítő eljárásokra.

A *folyékony acéladagok* vákuumos *kezelőeljárásait* az jellemzi, hogy a hagyományos acélgyártó berendezések valamelyikéből származó folyékony konverter —, S. M. — vagy elektroacélt egy vákuum hatása alatt álló térben kezelnek, *vagy* az acélcsapolás során, *vagy* az üstben tartózkodása folyamán, amikor is a vákuumkezelés kiterjedhet egyszerre az üst *egész tartalmára*, vagy az üstből kiszívott kisebb részmennyiség gáztalanítására, sőt történhet az ilyen gáztalanítás a tuskó vagy öntvény *öntése közben is*.

A további előadások során *ezekről*, a folyékony acéladagokat vákuumban kezelő eljárásokról, azaz *az említett első* csoportról nem fog szó esni.

A második csoportba tartozó eljárások során a szilárd fémbetétet vákuumban beömlesztik, gáztalanítják és még ugyanott tuskókba vagy öntvényekbe leöntik. E közben az adagok ötvöző elemei segítségével alkotó elemeiből tervszerűen *fel is* lehet az acélt a vákuumban építeni, de *a készre ötvözött* acéltermék újraömlesztésével is lehet annak tulajdonságait megjavítani.

Ehhez a csoporthoz csatlakozóan tárgyaljuk majd meg a kiváló használati tulajdonságai folytán erősen terjedő ún. elektrosalakos átömlesztő eljárásokat is, amelyek vákuumot ugyan *túlnyomóan* nem alkalmaznak, de acélfinomító hatásuk vetekszik a szorosan vett vákuumban ömlesztő vagy kikészítő acélnemesítő eljárásokéval.

A vákuum hatása természetszerűleg csakis azon anyagoknál jut érvényre, amelyek gázállapotban vannak jelen vagy a vákuum hatására ilyen alakba képesek átmenni.

Az acélmetallurgiában ezek az anyagok lényegükben: a hidrogén, az oxigén, a nitrogén, a kén, sőt bizonyos körülmények között a foszfor, a mangán, az arzén, a réz és az alumínium, amelyek

* Márc. 30-án Különleges olvasztási eljárások alkalmazása Magyarországon c. Csepelen tartott ankét bevezető előadása.

a folyékony acél hőmérsékletén *oldott* állapotban vannak jelen és feltehetően ion-alakban foglalnak helyet a rács-közökben.

Ezek az anyagok rendszerint *vegyületek*, vagy *molekulák* formájában, mint pl. a FeO, CO, H_2, N_2 stb. egyensúlyban vannak az acélfürdővel. Ez azt jelenti, hogy a levegőn — tehát atmoszférikus nyomáson — gyártott acélötvözeteknek a mindenkori egyensúlyi viszonyok által definiált hidrogén-, oxigén-, nitrogén- stb. tartalma van.

A vákuum hatása megbontja ezeket az egyensúlyokat és a fém olvadékok — gáz leadása közben, vagy a vegyületek megbomlásától kísérten — egy új egyensúlyi állapot felé törekszenek.

A termodinamika törvényei szerint mindazon reakcióknál, amelyek a gázmolekulák számának megnövekedése irányában folynak le, a nyomás csökkenése a rendszer *szabadenergiája* növekedéséhez vezet. Ez az energia a gáztalanításkor a disszociáció folyamán vagy az elgőzölgéskor hatásossá válik.

Így pl. a vas és más fémek karbonnal történő dezoxidálásakor gázmolekulák képződnek, azaz rendkívül kedvezőek a feltételei az acélok, egyes fémek, és ötvözetek vákuumos dezoxidálásának — a karbon segítségével.

Vákuumban a karbon dezoxidáló képessége meghaladja a mangán, a szilícium és az alumíniumét, s a keletkező gázalakú CO-termék folyamatos elszívásával nemcsak a dezoxidáló reakció tehető irreverzibilissé, hanem az acél oxidzárványai is a minimális mértékükre csökkenthetők.

Hangsúlyozni kell itt, annak szükségét, hogy a nagyigényű nemesacéloknál már a vákuumos kezelésüket megelőzően is szükség van a gondos kikészítésükre.

A vákuummetallurgiához és az acélok megdermedéséhez a következő előadások során fűzött jónéhány megállapítás, valamint egy sor példa fogja megvilágítani, hogy a vákuum alkalmazásával milyen irányban várhatók javulások. A már említett egyensúly eltolódások és azok kihatásai mellett egyes eljárásoknál még az igen szorosan szabályozható ötvözések lehetőségei is fennállnak, miközben azokat a metallurgiailag *legkedvezőbb* időpontban lehet elvégezni úgy, hogy adagról adagra rendkívüli mértékű találati biztonságot lehet elérni a kémiai összetételben, valamint a mechanikai tulajdonságokban; különösképpen az alakítási főirányra *merőleges* irányban.

A vákuum alkalmazásával elért, ezen tulajdonság-javulásokból adódnak azután *a felhasználási* lehetőségek sokféleségei is:

A precíziós részek acélanyagainál, mint pl. a nagypontosságú gördülőcsapágyak, a legnagyobb mértékben polírozható acélok, a repülőgépgyártás nagy szilárdságú acéljai, a megnövelt tartósságú melegszerszám-acélok, a megjavított szövetű gyorsacélok, a megnövelt szilárdságú és korrózióállóságú savállóacélok, a csökkentett dúsulású szerkezeti acélok, a javított hideghúzási — és hidegzömítési acélok, valamint a nagyhőállóságú stb. acélok, gyártásakor különösen előnyös a vákuumban kezelés.

A különböző vákuummetallurgiai eljárások várható és ténylegesen bekövetkező kihatásai mindkét említett vákuumos kezelési csoportban messzemenően *ugyanabba az irányba* mutatnak ugyan, de az acélminőség *befolyásolási mértéke* eljárásról eljárásra különbözik egymástól úgy, hogy esetenként kell eldönteni azt, hogy már az *egyszeri*, ill. *egyszerű* folyékony acél vákuumos eljárással lehet-e célt érni, vagy a sokkal költségesebb vákuumban átömlesztő eljárások valamelyikéhez, sőt azok *kombinációjához* kell-e folyamodni. Ezzel kapcsolatban csak egyetlen példát említek meg: a folyékony acélok nagyüzemi vákuumozó kezelése az oldott hidrogéntartalom olyan *mértékű* és *megbízhatóságú* csökkentésére vezet, hogy az acélban visszamaradó hidrogéntartalom nem okozhat ártalmas pehelyképződést, és ezért nincs szükség a vákuumban átömlesztő — sokkal költségesebb — eljárások alkalmazására, miután ezek használata további előnnyel már nem jár.

A vákuummal kezelt nemesacélok tulajdonságait a következőkkel lehet jellemezni:

— *Csekély* az oxigén- és a hidrogén tartalmuk.

— Kiváló és adagról adagra visszatérően egyenletesen szabályozható *az oxidokban kifejezhető tisztaságuk*.

— Fokozott az analízis *találati biztonsága* és ezzel a kémiai összetétel megjavított egyenletessége.

— A meghatározott szemcsenagyságú acélok gyártásának nagymértékű *egyenletessége*.

— Az *egy adagon belüli* szemcsenagyság nagyobb egyenletessége.

— Az *átalakulási viselkedésben* megnyilvánuló kisebb ingadozások, különösképpen az ötvözetlen acéloknál.

— A *pehelyképződéssel* szembeni érzéketlenség.

— Az adagról adagra terjedő *egyenletesség a megmunkáláskor* és az alakításkor.

— A nagy *oxigénaffinitású nyomelemek* biztonságos bevitele a folyékony acélba.

A vákuumban kezelt nemesacélok használata — összefoglalólag — mindenütt ott előnyös, ahol a messzemenően konstans gyártási viszonyok a hőkezelés, a megmunkálhatóság stb. tekintetében az anyagtulajdonságok lehetséges *legnagyobb egyenletességét* kívánják meg.

A fokozott egyenletesség követelményéből nőtte ki magát — az utóbbi időben *a nagyobb adagsúlyok* iránti kívánság. A speciális acélok területén azonban nem ajánlatos ezt az utat járni. A nagyobb adagsúlyok nemcsak, hogy megnehezítik a metallurgiai munkát, hanem megnőnek az egy adagon belüli *kémiai összetételbeli különbségek*, amely tény pedig éppen az ellenkezője a kitűzött célnak.

A gyakorlat egyértelműen megmutatta, hogy éppen a nemesacélok gyártásában nem lehet elegendően nagyra értékelni az egyenletesen maradó kiváló acélminőséget. .

Rátérve már most a kategorizálásunk szerinti második csoport részletesebb tárgyalására, egy alapvetően fontos tényt kell előrebocsátani:

Az ebbe a csoportba tartozó vákuumkezelő eljárásokban az ún. középvákuum az uralkodó nyomás, azaz a normál atmoszféra 1/760-ad részét ki-

tevő 1-Torr-nyi nyomás 1/10—1/100-ad része, sőt az elektronsugaras átömlesztő eljárásban az ún. finomvákuum 10^{-5} Torr-ig is terjedhet, úgyhogy itt már az ún. millitorrnyi vákuum 1/100-ad részéről van szó. Ezzel szemben — mint ismeretes — a nagy, folyékony acéltömegeket vákuumozó eljárások mintegy 1—5 Torr-ig terjedő ún. durvavákuumokkal dolgoznak.

Az idetartozó alábbi három vákuumkezelő eljárás mellett nem kerülhető el, hogy meg ne említsük az un. *elektrosalakos átömlesztő* eljárást.

1. A vákuumos indukciós kemence egy vákuumtérnek, és egy benne levő indukciós kemencének az együttese. A kemence adagolására különleges zsiliprendszer szolgál.

Az ötvöző elemek az előzetesen jól gáztalanított fürdőbe kerülnek, ezért a gáz- és a nemfémes zárványok keletkezésének rendkívül csekély az esélye. Az acélfürdő kemencében-tartásának időtartama 1—5 óra közötti. Hőmérsékletmérésre, valamint a kémiai összetétel megállapítására és helyesbítésére bőven jut idő, így a találati biztonság rendkívül nagy.

Minthogy a levegő és a salak hiányzik a rendszerből, az acéltisztaság igen nagyfokú, a szennyeződés egyedüli forrása *a tégely anyaga*, de ez a szennyeződés ma már biztosan kézben tartható.

2. A vákuumos ívfényes kemencének fogyóelektródája van. A kétrészes kemence felső része foglalja magába az *elektródát*, míg az alsó része lényegében a vízhűtésű *vörösréz-tégely*.

Az öntött, hengerelt vagy kovácsolt állapotú elektróda a nagyintenzitású elektromos áramban megömlik, önmagát elfogyasztja és az 1—50 millitorrnyi vákuumban egy tégelybe csepeg, ahol megint megdermed; a megömlesztés és megdermedés tehát egymással párhuzamosan folyik olyan lapos tócsaképződés kíséretében, amely már megközelítően a zónás olvasztás jellegével bír.

Az optimális megdermedési viszonyok *igen homogén* öntési struktúrát eredményeznek, amelyből a tengelymenti porozitás és a dúsulások messzemenően hiányoznak. Különösen előnyös itt *az erősen mérsékelt kristálydúsulás jelensége*, amit az acél hagyományos módon történő öntésekor még csak megközelíteni sem lehet.

A finom öntési szövetnek következménye az, hogy a még megmaradt nemfémes zárványoknak rendkívül finom a megoszlása és ha a fogyóelektróda leolvasztásának befejezésekor az áramerősséget fokozatosan csökkentik, úgy a lehető legkisebb lunker kialakulására van meg a kilátás.

A vörösréztégely alkalmazása *kizárja az ún. tégelyreakciókat*, ami előny a vákuumos indukciós eljárással szemben. A gáztalanító hatás igen jó ugyan, de természetesen azon fürdő alkatrészek koncentrációjától is függ, amelyeknek nagy az affinitásuk az oxigénhez. A jelenlevő esetleges zárványoknak alkalmuk van *a felúszásra*, az acélanyagnak pedig *a további tisztulásra*.

Az eljárás a vákuumos indukciós módszernél olcsóbb, de lényeges hátránya, hogy az átömlesztés során nincsen lehetőség az ötvözésre, úgy, hogy már a kiindulási anyagnak is a *megkívánt végső összetétellel* kell bírnia.

Vannak azonban olyan ötvözetek, amelyeknél kívánatos volna a nagy oxigén-, illetve nitrogénaffinitású elemeket *csak a vákuum alatti átömlesztéskor* az acélhoz ötvözni, hogy már eleve meg lehessen akadályozni a kiindulási anyag nemfémes zárványokkal való erősebb elszennyeződését, pl. az olyan ötvözeteknél, amelyeknek magas *a titántartalmuk*. Az átömlesztett acéltuskók minősége azért nagymértékben függ *az elektródaanyag jóságától*. A legbiztosabb, habár az esetek túlnyomó többségében költséges az az eljárás, amikor már *maga az elektródaanyag is vákuumozott acél*, azaz kettősen vákuumozott eljárással van dolgunk. A vákuum ívfényes acélolvasztó berendezésekben elérhető maximális tuskósúly *ma már 50 t felett jár*.

3. Az utóbbi két évtized fejlesztéséhez tartozik a vákuumos *elektronsugaras olvasztás*, amelyet eredetileg *magas olvadáspontú*, illetve *erősen reaktív fémek* olvasztására szántak. A vákuumos ívfényes eljáráshoz hasonlóan itt is a készre ötvözött acélból készült rúdanyagot ömlesztenek meg és egy vízhűtésű vörösréz kokillába kristályosítanak át egy mintegy 10^{-5} Torr-nyi vákuumban. A megömlesztéshez szükséges melegenergiát olyan elektronáramlásból teszik szabaddá, amely 10—20 000 elektronvoltos energiával ütközik bele a leolvasztandó elektródába, vagy az az alatt levő fémtócsába. Minthogy ebben az esetben a megömlesztéshez szükséges energiát kívülről vezetik rá az elektródára és az, a leolvadás sebességétől függetlenül szabályozható, ezért *sokkal tágabb lehetőségek* nyílnak az átömlesztés sebességének és hőmérsékletének a szabályozására.

Ennek az az előnye, hogy az átolvasztás során — korlátozott mértékben ugyan —, de *ötvözni is lehet* és a szélsőségesen lassú átömlesztéssel lehetőség nyílik a különösen előnyös megdermedési szövezet kialakítására.

Az elektrosalakos átömlesztő eljárás egy elektródának folyékony, szintetikus salakban való leolvadásából áll. Az elektróda leolvasztásához szükséges hőt az elektromos áram áthaladásakor ohmikus ellenállásként ható folyékony salak teszi szabaddá. A salaknak eközben az a feladata, hogy *a hőközlést közvetítse*, az elektróda megömlesztett *anyagát védje az atmoszférikus* behatásoktól és *a nemfémes zárványokat egyúttal felvegye*.

Az olvasztási feltételek megfelelő megválasztásával a folyékony *tócsa kialakulását* és vele a tuskó *primér kristályosodását* olyan kedvezően lehet befolyásolni, hogy *dúsulásmentes és homogén* acéltuskókat lehet az eljárással nyerni. Az elektróda hegyéről leolvadó acél keresztülcsepeg a forró, reakcióképes salakon, miközben a metallurgiai reakciók lefolyásának igen jó feltételei állnak fenn.

Ellentétben a hagyományos acélgyártói eljárásokkal, ahol a fém megolvasztása és leöntése helyileg és időben is különválasztott két folyamat, az elektrosalakos átömlesztő eljárás *valamennyi* folyamata: az elektróda leolvasztása, az acélnak a munkasalakkal való kölcsönhatása, valamint a nyersacéltuskó kristályosodása egyetlen folyamatos munkamenetben folyik le. Természetesen a megkívánt metallurgiai reakció *időszükséglete* és *a kristályoso-*

dási folyamatok kialakulása — határt szabnak az átömlesztési teljesítménynek.

Hasonlóképpen *nem választható* meg szabadon az elérendő kémiai reakciók lebonyolítására legjobban megfelelő szintetikus elektrosalak *összetétele* sem, mivel ennek a salaknak a szükséges elektromos vezetőképessége biztosítására bizonyos keretek között kell lennie.

A *fém-* és a *salakfázis* közötti *kölcsönhatások* itt három határfelületen folyhatnak le. Elsősorban is a forró salakba merülő elektróda felületén a folyékony fém egy vékony filmje keletkezik, amely a forró, reakcióképes áramló salakkal érintkezésben van. Minthogy pedig ebben az övezetben adódik át az átömlesztés folyamatához szükséges hő is a salakfürdőnek, azért viszonylag magas hőmérsékletek lépnek fel ezen a helyen, amelyek kedveznek a metallurgiai reakciók gyorsabb lefolyásának. A salakreakció valamennyi részletének ismertetése messzire vezetne el, ezért itt csak annak megemlítésére szorítkoznék, hogy az elektrosalakos átömlesztő eljárásban a salak gondoskodik többek között a kénnek az acélból a gázfázis irányába való elszállításáról, miközben az oxigén szállítása éppen az ellenkező irányban történik, és a szilícium oxidálódását okozza, azaz az ilyen átömlesztéskor az erős kéntelenítést a szilícium számottevő oxidációja kíséri.

Az elektrosalakos átömlesztő eljárás előnye abban *a megismételt* és *alapos salak-fémfürdő reakcióban* rejlik, amelyet az jellemez, hogy a salak menynyisége óriási túlsúlyban van a megömlesztett fém súlyával összehasonlítva.

Minthogy az átömlesztéskor az olvadt fém mennyisége kicsi, és a fémcseppek megdermedése viszonylag gyors, *a karbidok kiválása és dúsulása elé akadályok* gördülnek. Ezzel párhuzamosan *csökkennek a nemfémes zárványok* geometriai méretei, egyenletesebbé válik a megoszlásuk, mégpedig olyan mértékben, ahogy azt ma a csúcsminőségű anyagok lehetően tökéletes izótrópiájától elvárják.

A szívóssági tulajdonságok tekintetében, ilyenkor az anizótrópia koefficiense (a kereszt/hosszirányú értékek hányadosa) *az ideálishoz, az egységhez közeledik.*

Az így átömlesztett tuskóknak tökéletesen sima a felszíne, anyagukban sem mikro-, sem makrolunker nincs és a tuskó fejrészétől a lábrészéig, a peremétől a magszelvényéig terjedően homogén. *Jellemző*, hogy az így átömlesztett anyagok nem igényelnek előkovácsolást, hanem a késztermékek belőlük közvetlenül kovácsolhatók.

Hogy a most felsorolt vákuumkezelő eljárások közül a megkívánt célra melyik felel meg még éppenséggel, amellett, hogy a leggazdaságosabb, arra a most következő előadások fognak választ adni.

IRODALOM

[1] Vakuumstähle. A VEB Edelstahlwerk 8. Mai 1945. gyártmányismertetője.

[2] *Diederichs, Rolf:* Umschmelzen von Stahl im Vakuum. VDI-Nachrichten, 18. sz. 1967. 05. 03.

[3] *Randak, A. és Hentrich, R.:* Herstellung und Eigenschaften vakuumbehandelter und vakuumerschmolzener Stähle. Technische Berichte—Südwestfalen.

[4] *Weiss, Ch. és Scharf, G.:* Erzeugung ultrareiner Stähle im Elektronenstrahl-Mehrkammerofen, ihre Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten. Die Technik, 21. évf. (1966) 314/319. old.

Különleges acélgyártó eljárások*

ÉLES LÁSZLÓ okl. kohómérnök, tud. osztályvezető
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.187.2 : 533.59 : 621.365.5

A tömegacélokkal szemben támasztott különleges minőségi igények. A különleges acélgyártó eljárások kialakulása. A vákuum indukciós, a vákuum ívkemencés és az elektrosalakos eljárások legfontosabb jellemzőinek, valamint a hazai berendezéseknek rövid ismertetése.

Az elmúlt másfél-két évtizedben több új eljárás honosodott meg az acélgyártásban. Ezek a különleges acélgyártó eljárások a technológia, a berendezés és a kész acéltermék tekintetében különböznek a klasszikus tömegacélgyártási eljárásoktól. Kialakulásukat és elterjedésüket az acéllal szemben támasztott egyre fokozódó minőségi követelményeknek köszönhetik.

A múlt század 60-as éveiben feltalált nagyüzemi Siemens-Martin, Bessemer és Thomas eljárások messzemenően kielégítették az akkor egyre nagyobb mértékben fejlődő ipar és közlekedés igényeit. A fejlődés kezdeti szakaszában mennyiségi és minőségi választék szempontjából a gyártás a követelményeknek megfelelő volt, bár meg kell jegyezni, hogy ötvözött és különleges célra szánt acélokat továbbra is a XVIII. században meghonosodott tégelyacélgyártási technológiával készítették. Mivel a tégelyacélgyártással csak kis menynyiségben, kis súlyú tuskókat tudtak előállítani, már az első világháború idején felmerült az igény egy nagyobb teljesítőképességű ötvözött acélgyártásra alkalmas eljárásra. Ezekben az években vezették be az elektromos ívkemencéket, amelyek a mai napig uralják az ötvözött nemesacélgyártás területét, sőt az utolsó években már a tömegacélgyártásban is kezdenek tért hódítani.

— A minőségjavítás és az igények kielégítése vonatkozásában újabb előbbrelépést jelentett a folyékony acél vákuumozása. A vákuumozás segítségével az acél gáztartalmát és bizonyos mértékben a zárvány tartalmát csökkenteni lehet.

* Márc. 30-án Csepelen a Különleges olvasztási eljárások alkalmazása Magyarországon c. ankéton tartott előadás.

— Az 50-es évek kezdetén, főleg a közlekedés és a repülőgépgyártás területén olyan igények merültek fel, amelyeket az acélgyártók a leggondosabb munkával is csak a termékek válogatásával tudtak kielégíteni. Már régen felismerték azt, hogy azonos kémiai összetétel ellenére az acélok tulajdonságai jelentősen eltérnek egymástól. Az eltérések okát kezdetben kémiai és fizikai vizsgálatokkal nem tudták meghatározni és ezért a gyártási eljárásokkal összefüggő jelenségnek tekintették. Megállapították többek közt, hogy a Thomas és Bessemer konverterből gyártott acélok öregedésre és ridegtörésre hajlamosak, a savas eljárással gyártott ötvözött acélok kevésbé pelyhesednek és jobb az átedzhetőségük, a bázisos eljárással gyártott ötvözött acéloknak jobb a melegalakíthatósága és a keresztirányú mechanikai tulajdonsága.

A vizsgálati módszerek fejlődésével és a fémtani ismeretek bővülésével, ma már többé-kevésbé pontosan ismerjük a különböző eljárással készült acélok eltérő viselkedésének az okát. A nagyobb követelményeket kielégítő ötvözött és erősen ötvözött acélok minőségét, ill. a mechanikai tulajdonságainak eltéréseit, az acélok szennyező és nyomelem tartalma, gáz- és nem fémes zárványtartalma, ill. az öntött szövetszerkezet jellege befolyásolja döntő mértékben.

A szennyező elemek közül a kén és a foszfor káros hatása már a klasszikus acélgyártási eljárások kialakulása idején is közismert volt. Ma a kényes acélfajtákban 0,010—0,015% kéntartalom a megengedett felső határ, sőt bizonyos esetekben megállapították, hogy 0,005% feletti kéntartalom is rontja a szívósságot. A szennyező elemekhez soroljuk még a Cu-t, As-t Sn-t és Pb-ot újabban, főleg az atomreaktor gyártással kapcsolatban a kobaltot és a tantált is.

A nem fémes zárványoknak az acélokra gyakorolt hátrányos hatásának vizsgálata még ma is jelentős kutatási feladatot jelent, habár az idevonatkozó ismereteink jelentősen bővültek a vizsgáló berendezések fejlődésével.

Az acélban oldott gáz további minőséget befolyásoló tényező. A legfontosabb ezek közül a hidrogén, a nitrogén és az oxigén.

A hidrogén szokásos értéke 1—8 $cm^3/100$ g, de az ötvözött acélokban a megengedett határ 3 $cm^3/100$ g. A nagy hidrogéntartalom elősegíti az ötvözött acélok pelyhesedését, belső feszültségek jelenlétében a repedését.

A nemesacélokban a nitrogéntartalom 10—150 ppm, míg az oxigéntartalom 20—100 ppm értékű. A nitrogén káros hatását nitridképző elemek adagolásával lehet kiküszöbölni. Az acélban oldott oxigént oxidzárványok alakjában lehet csökkenteni, de ezek mennyisége, összetétele és kiválási jellege különböző mértékben befolyásolják az acél tulajdonságait.

Az acélok eltérő minőségének egy további oka a folyékony acél dermedése során fellépő inhomogenitás. Ezt a kristály, ill. a tuskó dúsulások, különböző alakú és elhelyezkedésű kristályok kialakulása (globulit, dendrit), valamint a dermedést kísérő fogyással együttjáró makro és mikro porozitás okozza. Ilyen hibák csökkentése, vagy kiküszöbölése a hagyományos eljárásokkal nem lehetséges.

A vázlatosan felsorolt kedvezőtlen hatások kiküszöbölése és a felhasználók egyre fokozódó igényei kényszerítették az acélgyártókat a különleges eljárások bevezetésére. Ezen eljárásokkal lényegesen homogénabb struktúrával és szennyezőktől mentes nagytisztaságú kivitelben lehet az acélokat előállítani, amelyek így megfelelnek a mai különleges követelményeknek is.

A különleges acélgyártási, ill. átolvasztási eljárások közé soroljuk

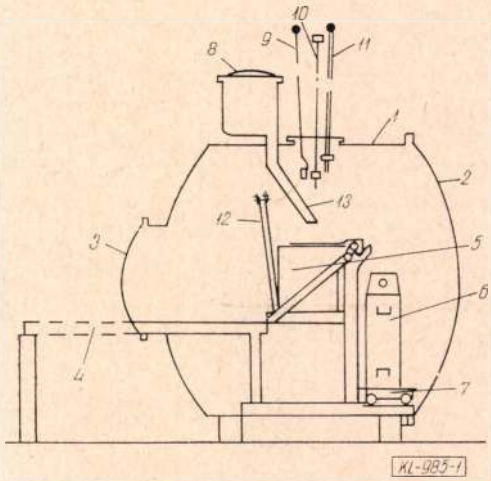
a vákuum indukciós acélgyártást
a vákuum ívkemencés acélgyártást
az elektrosalakos, ill.
az elektronsugaras átolvasztást
a plazma olvasztást.

Közvetve ezen eljárásokkal van szoros rokonságban az atmoszférikus viszonyok között gyártott acélok vákuum kezelése, a folyékony acélok semleges gázzal, ill. szintetikus salakkal történő raffinálása, valamint a kristályképződést befolyásoló különböző eljárások, a beoltás, a mechanikus, vagy mágneses keverés is.

Vákuum indukciós eljárás

Az eljárás lényege, hogy egy közép, vagy nagy frekvenciás indukciós fűtésű kemencét helyeznek el egy nagyobb méretű vákuumtartályban. A berendezés vázlatát az *1. ábra* mutatja [1].

Az ábrán bemutatott kemence 750 kg befogadó képességű, a vákuum szivattyúk 10^{-3} Torr nyomású vákuumot biztosítanak. Az indukciós fűtéshez 1500 Hz frekvenciás 800 V feszültségű és 300 A áramerősségű villamos energiát alkalmaznak. A vákuumtartály felső részén van elhelyezve az ötvözőanyag-tartály, a próbavevő és a hőmérsékletmérő berendezés. Az indukciós tégely, valamint a kokilla a vákuumtartályból sínpályán eltávolítható. Az első ilyen típusú indukciós kemencét 1923-ban helyezte üzembe a nyugatnémet Heraeus



1. ábra. Vákuum indukciós kemence (1)

1. Vízhűtéses kemence burkolat, 2. Főajtó, 3. Hátsóajtó a tégely megközelítéséhez, 4. Sínek a tégely berendezés kiszereléséhez, 5. Indukciós kemence, 6. Kokilla, 7. Kokilla szállítókocsi, 8. Ötvözet tartály, 9. Próbavevő, 10. Termoelem a hőmérséklet méréshez, 11. Hídbetörő szerszám, 12. Külső működtető kar a buktató motorhoz, 13. Ötvözet surrantó

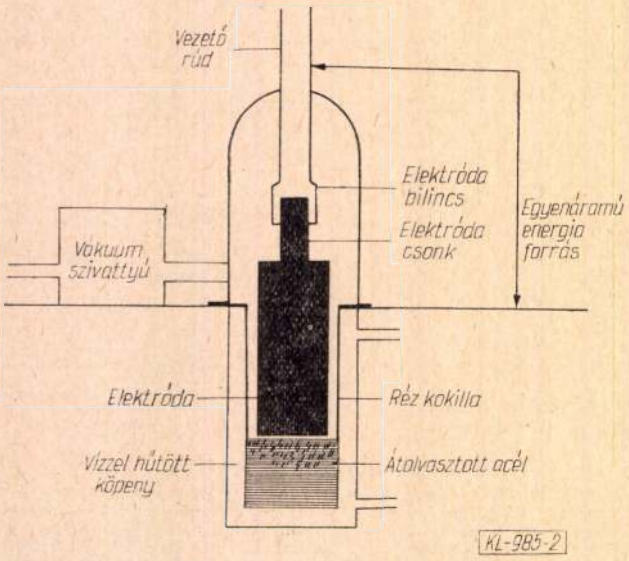
cég. A vákuum indukciós kemencék lassan terjedtek, mert csak kis mennyiségű acélt lehetett belőlük gyártani, és az acél, a tulajdonságai szempontjából nem volt reprodukálható. A tuskó dermedése a szokásos kokilla öntési eljárás szerint megy végbe és ezért a dúsulás okozta hibákat nem lehetett kiküszöbölni. Az eljárás azonban az összetétel pontosabb betarthatóságát teszi lehetővé az acél hidrogén- és gáztartalma minimálisra csökkenthető. Előnyösen alkalmazható az igen kis C tartalmú acélok gyártásában, mert vákuum alatt a karbon oxigén reakció segítségével egy-két század százaléknyi karbontartalmat lehet elérni. A vákuum indukciós acélgyártási eljárás nem terjedt el olyan mértékben, mint az 50-es évek elején bevezetett vákuum ívfényes, illetve 60-as évek elején fejlődésnek indult elektrosalakos eljárás. Ma már 10—20 t-ás vákuum indukciós kemencéket is alkalmaznak főleg betétanyag gyártásra a vákuum ívkemencés eljáráshoz.

A fő előnye az eljárásnak, hogy kiküszöböli a folyékony acélnak a levegőből történő oxigén és nitrogén felvételét. Mivel a folyékony acélt hosszabb ideig lehet vákuum hatásának kitenni, a nagy hőmérsékleten illanó nyomelemek, mint pl. az ólom, nagy része eltávolítható. Hátránya, hogy a folyékony acél a tűzálló tégely falazattal reagálva, különböző mértékben oxigénnel szennyeződik, ill. a kokillába öntött tuskó szövetszerkezeti inhomogenitása és hibái a szokványos tuskó öntésnek megfelelően érvényesülnek.

Nagy tömegű üzemi eljárásként kétféle módon alkalmazzák:

1. elektródát gyártanak a vákuum ívfényes átolvasztás számára,
2. kisméretű rúdacél betétanyagot öntenek, melyet kisebb vákuum indukciós kemencékben használnak fel vákuum acél öntvény gyártás céljaira.

A felsorolt célokra főleg maraging-, speciális ausztenites acélokat és Ni ötvözeteket, valamint szerszám és gyorsacélokat állítanak elő. Alacsony, vagy közepesen ötvözött acélok gyártásához mindkét változat túlzottan költséges volna.



2. ábra. Vákuum ívkemence elvi vázlata [1]

Vákuum ívkemencés átolvasztás

Ezt az eljárást az 50-es években kezdték alkalmazni az Egyesült Államokban titánfém és titánötvözet gyártásban. Mivel a berendezéseket a titán átolvasztással nem tudták kellő mértékben kihasználni, kísérleteket végeztek a különleges acélok átolvasztásával. A kezdeti kísérletek kedvező eredménnyel jártak, mert kiderült, hogy az átolvasztáskor a vízzel hűtött réz kokillában alulról egyenletesen növekvő tuskó szövetszerkezetében a dúsulás, a mikroporozitás és fogyási üregek csökkennek, viszont az irányított hűtés hatására dermedt tuskó keretszirányban sokkal homogénebb tulajdonságú, mint a szokásos módon öntött tuskó. Ez nagy segítséget jelentett az erősen ötvözött acélok dúsulási problémáinak kiküszöbölésében.

1961-től vezették be üzemi eljárásként az USA-ban és a nyugati tőkés országokban a vákuum ívkemencés átolvasztást. Mivel az aránylag egyszerű kivitelű átolvasztó rész méreteinek növelése csak a vákuum berendezés teljesítményétől függött, fokozatosan nagyobb méretű berendezésekre tértek át és alkalmaznak 1,5 m (60 inch) átmérőjű 50 tonna súlyú tuskókat előállító ívkemencéket is. (Midvele-Heppenstal's — Work)

Az ívkemencés átolvasztás vonalas vázlatát tünteti fel a *2. ábra* [1]. Lényege, hogy a lefelé mozgó hengeres elektródát egyenáramú elektromos ív segítségével olvasztják le zárt vákuumtérben és a megolvadt acél tuskóvá dermed a vízzel hűtött rézkokillában. Az elektróda vegyi összetétele azonos a megkívánt végtermék összetételével. Lehet kör, vagy négyszögszelvényű, öntött és felületén fúvatással, vagy kovácsolt és forgácsolással tisztított. Szokásos az elektródákat a kemencében elektromos ívvel összehegeszteni és ezáltal nagyobb súlyú tuskók gyárthatók.

Az átolvasztás alatt a vákuum 10^{-3} Torr értékű. Az olvasztó energiát 25—30 V feszültségű és 4000 és 20 000 A áramerősségű egyenáram szolgáltatja. Az áramerősséget tuskó átmérőtől függően lehet szabályozni és ezért a kemence teljesítménye a gyártandó tuskó nagyságának függvénye.

Az *1. táblázat* az angol Firth Brown cég 650 mm átmérőjű kemencéjének teljesítményét tünteti fel különböző tuskósúlyok és átolvasztási időkre vonatkoztatva [1].

Az ilyen nagyságú kemencék általában 400 mm átmérőjű tuskókat gyártanak és éves termelésük nem több, mint 1600—1800 t.

1. táblázat

Kokilla átmérő mm	Tuskó hossza mm	Tuskó súlya kg	Olvasztási idő óra	Áramerősség KA
150	1250	172	2	3,5
200	1125	283	2,5	4,5
300	1625	860	4	7,5
400	2125	2100	5,5	10,5
500	2850	4300	8,25	14,0
600	2850	6100	9,5	17,0
650	2850	7100	10,25	20,0

Az értékek inch és pound értéből átszámítva és kerekítve.

A vákuum ívkemencében gyártott tuskók hossz- és keresztirányban homogén összetételűek és nincsen pozitív és negatív dúsulás. A homogén és dúsulásmentes anyagszerkezet kialakulása az átolvasztási folyamat következménye, mert az elektródáról leolvadó fémrészek kis tócsa mélységű olvadékból a kokilla erős hűtőhatására gyorsan és irányítottan dermednek. Ez a folyamat azonos a vákuum ívkemencés és elektrosalakos átolvasztási eljárásban és ennek köszönhető az ilyen acélok kiváló keresztirányú tulajdonságai. Az átolvasztás alatt az elektróda anyag oxigéntartalma a karbon-oxigén reakció révén jelentősen csökken és CO alakjában távozik. A folyékony acélban levő maradék oxid-zárványok tömörülnek és felúsznak a tuskó felszínére. Ezt a jelenséget a tuskó felületéről vett próbában kémiailag is ki lehet mutatni. A kiinduló elektróda anyag oxigéntartalma 30—65%-ra csökken. Az oxigén, az oxid, valamint szilikát zárványok mennyiségi változása mellett sokkal fontosabb, hogy az átolvasztott acélban visszamaradt zárványok kis méretűek és finom, egyenletes eloszlásban vannak a tuskóban, ezért káros hatásuk csökken.

Az átolvasztott acélok hidrogéntartalma minimális, irodalmi adatok szerint [1] 0,1—0,3 cm^3/100 g. Ilyen kis H_2 tartalmú acélokat nem szükséges hosszabb idejű költséges hőkezelésnek alávetni. A vákuumban átolvasztott nagyszilárdságú acélok kiváló mechanikai tulajdonságait feltételezés szerint a különleges kis hidrogén tartalomnak tulajdonítják. A nitrogén mennyisége csak kisebb mértékben változik és abszolút értéke függ az ötvözéshez használt anyagok nitrogéntartalmától.

A nagy átolvasztási hőmérsékleten gőzfázisban levő nyomelemek, mint az ólom, ón, arzén, antimon és bizmut teljesen, vagy részben eltávolíthatók. A káros nyomelemek kiküszöbölése az energetikai acélok kiváló kúszási tulajdonságait és alacsony átmeneti hőmérsékletét eredményezi.

A kén- és a foszfortartalom nem változik, ezért az átolvasztott acél kis szennyező tartalmát már a kiinduló acélban kell megkövetelni.

Nehéz eldönteni, hogy a vákuum ívkemencében gyártott acél kiváló tulajdonságait az irányítottan kristályosodó tuskó homogén szövetszerkezetének, vagy a nagy tisztaságnak köszönheti-e. Az alábbiakban felsoroljuk azokat az előnyös anyagminőségi tulajdonságokat, amelyek a közönséges acélhoz viszonyítva a vákuumban átolvasztott acélt jellemzik:

1. Adott szilárdság mellett jobb szívóssági tulajdonságok, vagy azonos szívósság esetén nagyobb szilárdsági értékek.
2. Izotróp szilárdsági tulajdonságok, különösen jó keresztirányú értékek.
3. Jobb tartós szilárdsági tulajdonságok, különösen keresztirányban.
4. Jobb forgácsolhatóság, különös tekintettel az igen kis kéntartalomra.
5. Jobb ütő-hajlító vizsgálati értékek.
6. Jobb reprodukálhatóság az egyes olvasztásokat illetően.
7. A hajszálrepedések teljes kiküszöbölése.
8. Jobb kovácsolhatóság, ami lehetővé teszi az egyébként nem kovácsolható tuskók melegalakítását.

Ezeknek a jó tulajdonságoknak köszönheti a vákuumban átolvasztott acél a közönséges acélokkal szembeni versenyképességét, különösen a repülőgép iparban, ahol a mozgó és erős terhelésnek kitett alkatrészekhez újabban kizárólag ezen acélokat részesítik előnyben. Elterjedten alkalmazzák még a vákuumban átolvasztott nagy szilárdságú és maraging acélokat az atomerőművekben és a nukleáris technikában, a melegszilárd és hőálló acélokat a nagyméretű kovácsolt darabokhoz.

Hazánkban 1965 óta van üzemben a Vasipari Kutató Intézetben egy laboratóriumi méretű L 200 H típusú *Heraeus* gyártmányú vákuum ívkemence. Max. 3000 A és 100 V feszültségű egyenárammal működik, legkisebb vákuum értéke 10^{-3} Torr.

Különféle acélok és ötvözetek átolvasztását végeztük el és tulajdonságaikat vizsgáltuk. Összehasonlítottuk az indukciós, a vákuum indukciós és a vákuum ívkemencében gyártott acélokat. Különlegesen homogén acélok, így acél etalonok előállítására folyamatosan használjuk a berendezést jelenleg is.

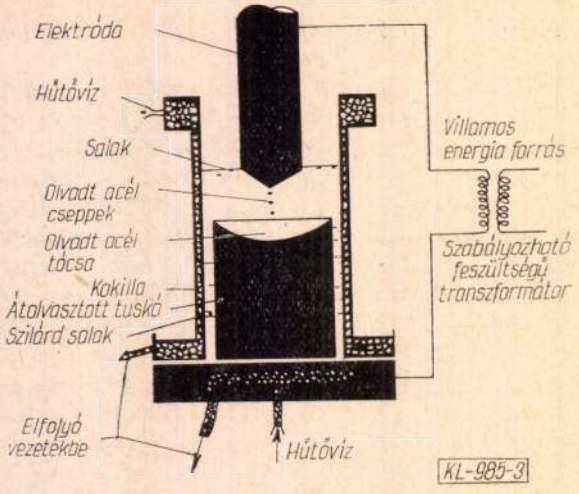
A laboratóriumi kísérletek alapján foglalkoztunk a vákuum ívkemencés technológia hazai megvalósításának lehetőségével. Mivel lényegesen nagyobb költségigényű, mint az elektrosalakos átolvasztás és kizárólag tőkés exportból szerezhető be, nem gazdaságos a hazai megvalósítása.

Elektrosalakos átolvasztás

A vákuum ívkemencés eljárás bevezetésével egyidőben, az 50-es évek végén a kievi Paton Hegesztési Kutató Intézetben dolgozták ki, Medovár és társai az elektrosalakos átolvasztó eljárást. Feltehetően a szovjet eredmények hatására, a nyugateurópai országokban is foglalkoztak az elektrosalakos eljárással és az 1964-es évtől kezdve Angliában, Nyugat-Németországban, Franciaországban, Svédországban, Ausztriában egyre-másra helyeztek üzembe a különböző nagyságú és a szovjet technológiától csak kis mértékben eltérő elektrosalakos átolvasztó berendezéseket. Amerikai adatok [2] szerint a 60-as évek végén a Szovjetunióban évi 400 ezer t, míg a nyugati országokban 100 ezer t körüli elektrosalakos acélt gyártottak.

A Vasipari Kutató Intézetben foglalkozunk 1963 óta az elektrosalakos átolvasztással és 1966 óta van üzemben egy kis méretű hazai tervezésű elektrosalakos átolvasztó berendezés. Napjainkban mind fokozottabb mértékben terjed az elektrosalakos eljárás, mert a vákuum ívkemencés eljáráshoz viszonyítva egyszerűbb kivitelű, a tuskók igen jó felülettel és minőségben gyárthatók, nagy méretek esetében is és olcsóbbak a beruházási költségek.

Az elektrosalakos eljárás elvi elrendezése a *3. ábrán* látható [1]. A folyamat technológiája hasonló a vákuum ívkemencés eljáráshoz, azzal a különbséggel, hogy az elektróda leolvadását az áramvezető és ellenállásként működő túlhevített salak eredményezi.



3. ábra. Elektrosalakos átolvasztó berendezés elvi vázlata [1]

Az elektróda vége bemerül a túlhevített salakba, az acél megolvadva cseppenként áthalad a salakon és az áramvezető alaplapra helyezett vízhűtéses kokillába gyűlik össze. A tuskó felületét az olvasztás közben folyékony salakréteg veszi körül és ez is hozzájárul, hogy a kristályosítóban összegyűlt acél az alaplap hűtő hatására egyirányban dermed. Áramforrás szempontjából is eltér a vákuum ívfényes olvasztástól, mert általában háromfázisú váltakozó áramot használnak. Az elektróda és kristályosító átmérő viszonya 0,50—0,60-as értékű, kisebb, mint a vákuum átolvasztás 0,80—0,90-es értéke.

A hűtött kokilla is egyszerűbb kivitelű. Lehet zárt és nyitott, permetező hűtésű, amely esetben acéllemezből is készíthető. A háromfázisú váltóáram lehetőséget ad fázisonként külön kisebb tuskók gyártására, de lehet a háromfázisra kapcsolt elektródákat egy kristályosítóba átolvasztani. Körszelvényű tuskó esetén az elektródák is köralakban vannak elhelyezve. Ha lapos tuskót gyártanak, akkor az elektródák egymás melletti elhelyezésűek.

Az elektrosalakos átolvasztásban a salak minősége és tisztasága nagyon fontos követelmény. Általában tiszta folypát salakot, vagy megfelelő arányban meszet, timföldet is tartalmazó keveréket használnak.

Az átolvasztási technológiával a következő előadás foglalkozik részletesebben.

Az átolvasztott tuskó minősége hasonló a vákuum ívkemencében gyártottéhoz, azonban az elektrosalakos tuskó felülete lényegesen jobb. A felület közelében nincsenek zárványok és szennyeződések, sőt a fej alatti rész is általában tömör, nem keletkezik fogyási üreg, vagy tengelymenti porozitás. A tuskó lábrészének felülete kevésbé tökéletes és ennek belső részében is található salakzárvány. Erősen vitatott az, hogy a két eljárás közt melyik eredményez jobb anyagkihozatalt. Véleményünk szerint, ha az elektrosalakos átolvasztáskor az indulási és a befejezési műveleteket szakszerűen hajtják végre, a tuskó kihozatala 95%, vagy jobb, míg a vákuumban átolvasztott tuskó felületét tisztítani kell és ezért, bár a lábhulladék kevesebb, a kihozatal 90—95% között lehetséges.

A vegyi összetétel a gyengén oxidáló atmoszférának megfelelően változik, a szilícium nagyobb, a mangán kisebb mértékben csökken. A titán, az alumínium és a bór a salak összetételtől függően részben ugyancsak oxidálódik, az olvasztás kezdeti szakaszában nagyobb, majd csökkenő mértékben. Argon bevezetéssel a leégést csökkenteni lehet.

Az oxigéntartalom kisebb mértékben változik, mint a vákuum átolvasztásnál, viszont az eredetileg nagyméretű oxidzárványok finoman diszpergált eloszlást vesznek fel az átolvasztott tuskóban. A kéntartalom néhány ezred százaléknyi értékre csökken, szulfidzárványok ezért nem fordulnak elő. Az egyéb zárványok jelentős hányadát abszorbeálja a folyékony salak, ezért az eljárás különösen alkalmas nagyméretű kovácsolt termékek gyártására, mert ezeknél a felület alatti zárványok a készre munkált nagy értékű termékek visszautasítását okozhatják nem egy esetben.

A nitrogéntartalom az átolvasztás során csak kis mértékben változik. A hidrogén nagyon száraz és mészmentes salak alkalmazása esetén csökkenthető, de előfordulhat, ha az átolvasztás során nem járunk el kellő gondossággal, hogy hidrogén okozta porozitás lép fel.

Az elektrosalakos eljárással gyártott tuskók az irányított hűtés következtében hossz- és keresztirányban is előnyösen homogén szövetszerkezetűek, kevés és finoman eloszlott zárványt tartalmaznak, ezért erősen ötvözött és nagytisztaságú célgyártmányok, nagyméretű kényes kovácsolt darabok és hengerek előállítására alkalmasak. Az átolvasztás a hazai kutatási eredmények alapján is javítja a melegalakíthatóságot, ezért a nehezen alakítható savés hőálló acélok gyártása az átolvasztási költségek figyelembevételével is gazdaságos. További alkalmazási területe a gyors és szupergyorsacél, valamint a szerszámacélgyártásban van. Sajnálatos, hogy a kutatási eredmények és a külföldi irodalmi ismeretek birtokában nagyüzemi megvalósításra nálunk még nem került sor.

Összefoglalás

A különleges acélgyártási eljárásokról kívántunk rövid áttekintést nyújtani, hogy felhívjuk a hazai érdeklődök figyelmét a különleges acélgyártási lehetőségek egy olyan nem nagy tömeget jelentő, de fontos területére, amelyet ma még acélműveinkben nem alkalmaznak.

Kis méretű berendezésekkel végzett kutatási eredményeink és a külföldi tapasztalatok bizonyítják, hogy egyes eljárásoknak a hazai nagyüzemi bevezetése műszakilag indokolt és gazdaságos. Mindegyik eljárásnak van előnye és hátránya, költségek szempontjából is különböznek egymástól, ezért a bevezetést illető döntés nem könnyű feladat. Ha azonban a KGST-n belüli műszaki és gazdasági együttműködés szemszögéből vizsgáljuk a kérdést, az elektrosalakos átolvasztási eljárás nagyüzemi bevezetése lehet műszaki és gazdaságossági szempontból is a legjobb hazai megoldás.

IRODALOM

[1] *Barraclough, K. C.:* Journal of the Iron and Steel Institute 1969. June 826. o.
[2] 33 Magazin 1969. June 76. o.

Elektronsugaras acélolvasztás*

Dr. HEGEDÜS ZOLTÁN okl. vegyészmérnök, a műsz. tud. kandidátusa
Csepel Technológiai Kutató Intézet

Dk.: 669.14.018.49:621.365.5:621.745

Az elektronsugaras acélolvasztás jelenlegi helyzete, a jövő fejlődési irányai. A hulladékkal vagy folyékony betéttel dolgozó újrendszerű berendezésekkel az elektronsugaras acélolvasztás gazdaságossá válik. A golyóscsapágy acél és melegszerszám acél elektronsugaras olvasztásakor szerzett külföldi és hazai tapasztalatok. Az elektronsugaras átolvasztott acél felhasználási lehetőségei.

Az acélok elektronsugaras átolvasztásáról ma nehéz előadást tartani, mert a köztudatban mint gazdaságos jövő nélküli eljárás ismeretes. Az 1970. évből származó statisztika [1] is ezt támasztja alá *(1. táblázat)*.

1. táblázat

Eljárás	USA MW	Nyugat-Európa MW	Szocialista országok Kína nélkül MW
Elektronsugaras kemencék összteljesítménye	10	7	7
Nb + Tn olvasztás	5,5	3	1
Acélolvasztás	3	0,5	4,5
Ötvözetek olvasztása ..	1,5	3,5	1,5

A táblázatból látható, hogy csak a szocialista országok a leolvadó elektródás elektronsugaras olvasztókemencék kapacitásának több mint 50%-ával olvasztanak acélt. Nyugat-Európában a Greisswaldi Acélmű egy 500 kW-os elektronsugaras kemencéje gyárt acélt 1966 óta. Itt meg kell jegyezni, hogy 1969-ben ugyenezen acélmű három 500 kW-os elektrosalakos olvszatókemencét állított üzembe [2].

A szocialista országokban a legnagyobb elektronsugaras acélolvasztó kapacitással az NDK rendelkezik. A freitali „Edelstahlwerk 8. Mai 1945" egy 1200 kW-os és egy 200 kW-os elektronsugaras kemencében gyárt üzemszerűen nagytisztaságú acélt [3]. A többi helyen az elektronsugaras kemencék kísérleti célokat szolgálnak, vagy csak esetenként olvasztanak acélt. Az USA-ban egy 3000 kW-os elektronsugaras kemence olvaszt üzemszerűen acélt.

Az elektronsugaras acélolvasztás elterjedésének fő akadálya a nagy beruházási és olvasztási költségek *(2. táblázat*, [4]).

A táblázatból látható, hogy az elektronsugaras olvasztás csak nagy teljesítmény esetén rentábilis. A teljesítmény növelésének a beruházási költségen kívül több más körülmény is korlátot szab: a nagyméretű kokilla könnyen deformálódik, a nagy súlyú öntecs lehúzása nehéz, a leolvadó elektródák mozgatása, szerelése, cseréje körülményes.

2. táblázat

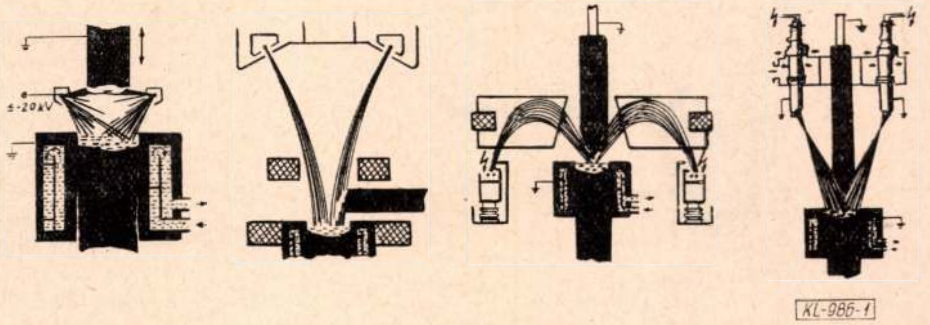
Olvasztási teljesítmény KW	Beruházási költségek MDM	Évi termelés t	Olvasztási költség MDM/kg
340	$1 \cdot 10^6$	500	5,00
1 000	$4 \cdot 10^6$	2 500	1,50
5 000	$12 \cdot 10^6$	15 000	0,50
12 000	$28 \cdot 10^6$	100 000	0,20
60 000	$100 \cdot 10^6$	1 000 000	0,80

1970—1971-ben nyilvánosságra került adatok az elektronsugaras olvasztás forradalmi változásáról tudósítanak [1,5]. Az új konstrukciójú kemencék nagymértékben csökkentették az olvasztás (és nem átolvasztás) költségeit.

Mielőtt ismertetnénk a már meglevő, illetve kifejlesztés állapotában levő újrendszerű elektronsugaras kemencéket, röviden áttekintjük az átolvasztás költségalakulását. Valamennyi acélolvasztási eljárás (a vákuumindukciós olvasztást kivéve) öntött, esetleg kovácsolt, revementes elektródát igényel. Az *1. ábrán* hagyományos leolvadó elektródás elektronsugaras kemence vázlatos működési elve látható [6].

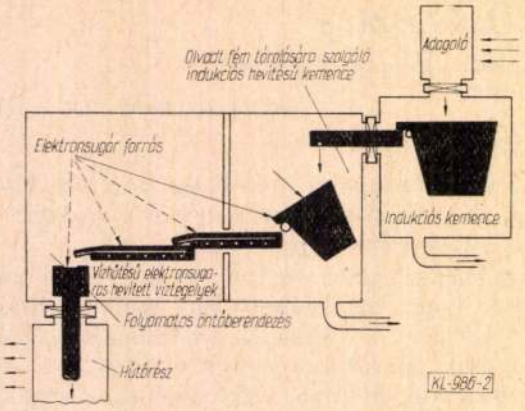
270 kW-os teljesítményű elektronsugaras és elektrosalakos berendezésekben GO 3 acél olvasztásához az elektronsugaras kemence nagyobb beruházási költsége és kisebb termelékenysége miatt az átolvasztási költség 0,27 DM/kg-mal nagyobb, mint elektrosalakos átolvasztással [2].

Az elektronsugaras olvasztást, de az egész nagytisztaságú acélgyártást is forradalmasítani fogja a folyékony acél, illetve olcsó hulladék átolvasztását megoldó találmány [5].



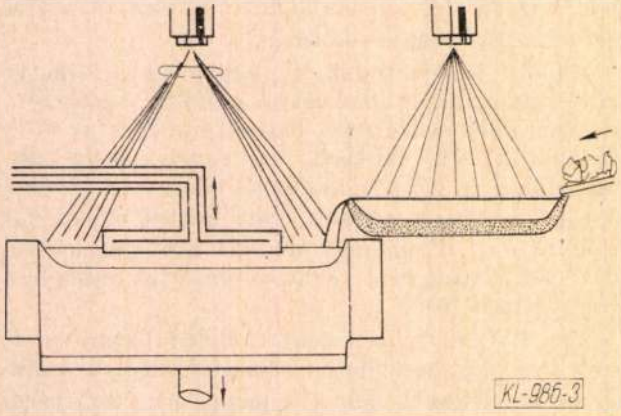
1. ábra. Fogyóelektródás elektronsugaras olvasztó berendezéstípusok [22]

* Márc. 30-án Különleges olvasztási eljárások alkalmazása Magyarországon c. ankéton Csepelen tartott előadás.

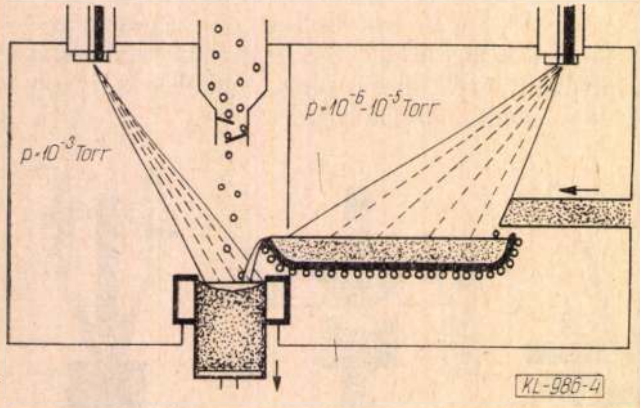


2. ábra. Aero Vacuum Melting elektronsugaras acélolvasztó berendezése [5]

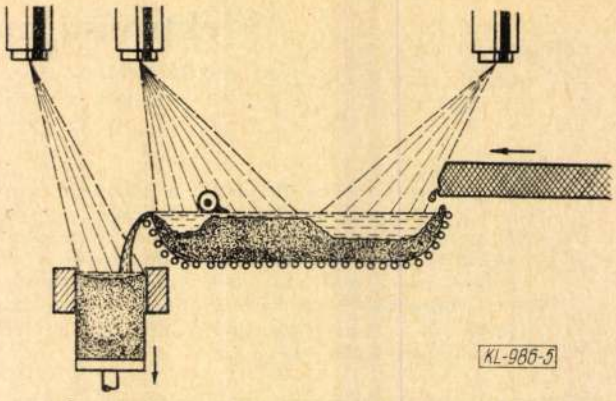
A *2. ábrán* a kaliforniai Berkeleyben az Aero-Vacuum Metallurgy Corporation üzemében működő 3000 kW-os újrendszerű elektronsugaras kemence felépítési vázlata látható. A kemence vákuumindukciós olvasztó melegítő és több elektronsugaras hevítésű tégelyből áll. Itt jelentős mértékben használják ki azt a tényt, hogy elektronsugaras olvasztáskor (lecsepegő, fogyóelektródás elrendezésben is) a tisztító hatás döntően az olvadt tócsa felületén megy végbe. A kemence évi 30,000 t acélt olvaszt 3000 kW teljesítménnyel. A 30,000 t/év kapacitású hagyományos leolvadó elektródás elektronsugaras kemence kb. 6000—7000 kW teljesítményű. A kemencében 1970-ben gyengén ötvözött, de a nagy tisztaság miatt a hagyományos 18% Cr-18% Ni acéllal azonos rozsdaálló képességű saválló acélt, GO 3 acélt és nagy szilárdságú szerkezeti acélt olvasztottak.



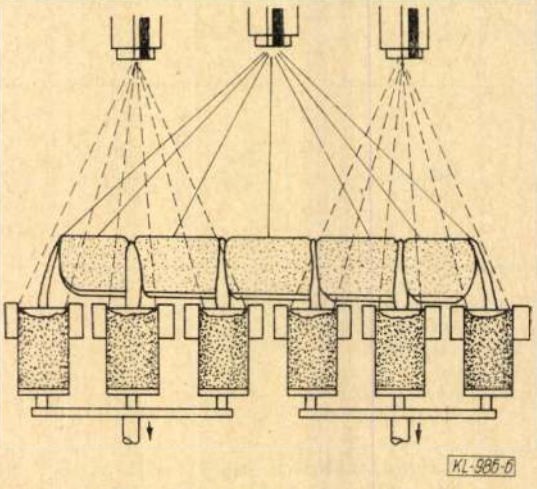
3. ábra. Öntés tégelyből, külön központi hűtőlappal ellátott kokillába [1]



4. ábra. Elektronsugaras olvasztás különböző vákuumtérben [1]



5. ábra. Görgős salakvisszatartóval ellátott folyamatos elektronsugaras olvasztó [1]



6. ábra. 6 tuskó egyidejű öntése egy tégelyből [1]

A kemencében üzeme gazdaságos: kész ötvözött acélt átolvasztva az átolvasztási költség csak 0,05 DM/kg-mal nagyobb, mint az elektrosalakos eljáráskor. Folyékony betéttel üzemeltetve 0,25 DM/kg-mal, míg szilárd betéttel a kemencében ötvözve 0,28 DM/kg-mal olcsóbb, mint az elektrosalakosan olvasztott acél [2]. Az olvasztóberendezés továbbfejlesztésre is alkalmas. Néhány elképzelést a következő ábrákon mutatunk be. A *3. ábra* fém folyamatos elektronsugaras vákuumos tisztításának lehetőségét mutatja. Külön hűtőkorong alkalmazásával kedvezően tudják módosítani a nagyméretű tuskó középrészének kristályszerkezetét. A *4. ábrán* az olvadt fémet különböző vákuumban kezelik, és öntéskor granália adagolás is lehetséges (Al-ötvözés). Az *5.* és *6. ábra* görgős salakeltávolítót, illetve egyidejűleg 6 tuskó készítésének lehetőségét mutatja.

Az újtípusú elektronsugaras kemencékben gyakorlatilag bármilyen alakú és halmazállapotú betét feldolgozható. Megvan az utólagos ötvözési lehetőség és elmaradnak a leolvadó elektródás kemencék fő hátrányai: az olvadt tócsán belüli eltérő hőmérséklet-eloszlás és az elektróda árnyékoló ha-

tása, ami a leolvadó elektródás kemencék szerkezeti felépítéséből adódik.

Az olvadék tócsa változó hőmérséklete GO 3 acélban a C-tartalom inhomogenitását okozta, EMO 200 kemencében ∅ 230 mm-es GO 3 öntecsben a C-eloszlás az átmérő mentén a következő volt [7]:

Szél: 0,95%, *félsugár:* 1,08%, *közép:* 1,12%, *félsugár:* 1,10%, *másik szél:* 1,08%. A két szél közötti eltérés a leolvadó elektród árnyékoló hatásának következménye.

A hőmérséklet inhomogenitást matematikai modell alapján programozott sugárvezérléssel és két vízszintes elektróda használatával sikerül csökkenteni (GO3 acélnál C = 1,02—1,08%). A matematikai modell felállítása nem könnyű feladat. A kísérletek azt mutatják, hogy Freithalban ez sikerült és az átolvasztott acél C, Mn, Cr tartalmában nincs káros eltérés [7].

A nagyobb elektronsugaras kemencékben olvasztott acélöntecs felülete nem kifogástalan, 5—8 t feletti öntecsek olvasztása csak vízszintes elrendezésű leolvadó elektródokkal lehetséges, amikor elkerülhetetlen az árnyékoló hatás. További nehézségek a folyamatos öntéskor jelentkeznek. A kristallizátor felépítése azonos valamennyi folyamatos öntőberendezésben, de az elektronsugaras kemencében több kedvezőtlen körülmény is közre játszik, így:

1. a hőelvonás csak hővezetés útján történik, mert vákuumban a hősugárzás nagyon csekély,

2. a nagy átmérőjű kokilla mozgatása nehéz,

3. a lehúzás nem folyamatos,

4. a nagyméretű kokilla könnyen deformálódik.

A rossz felület kialakulását a konstrukciós megoldásokon túlmenően metallurgiai tényezők is elősegítik. Az acél olvasztása közben a kokilla hengeres részében konvex fémfelület alakul ki. A párolgó szennyezők a kokilla hengeres falán kondenzálva szivacsos réteget alkotnak. Ha erős az árnyékoló hatás, vagy nem megfelelő a kokillalehúzás irányváltásának frekvenciája, a szivacsos réteg nem tud megolvadni és rontja az acélöntecs felületét. Ezért az acélfürdőt a kokilla kúpos részéig emelik. Az optimális irányváltás gyakorisága pedig acélminőségektől függően változó [8]:

CrV, GO3	60 váltás/óra
CrNi	10—15 váltás/óra.

Az acéltuskó felületminőségére bizonyos mértékben előre lehet következtetni a 300 °C-on mért hővezető képességből és a 780 °C-on mért térfogatváltozásból képzett λ tényező ismeretében. Ez néhány acélminőségre a következő módon változik [9]:

	λ
50 CrV 4	0,054
22 CrMo 4	0,052
38 CrMo V 21 · 14	0,040
85 CrMo 7	0,028
GO 3	0,027
210 Cr 46	0,025

Tapasztalat szerint ha $\lambda < 0{,}035$, az öntecsfelület lemunkálás nélkül alakítható.

A λ értékétől függően változtatni kell a kokilla hengeres szakaszának hosszát is. EMO 200 kemence ∅ 230 mm-es kokillánál ha $\lambda < 0{,}030$, a hengeres szakasz hossza 40 mm, ha $\lambda \geq 0{,}050$, a szükséges hengeres hossz 150 mm.

A következőkben megvizsgáljuk néhány acélminőség elektronsugaras olvasztásakor szerzett tapasztalatot.

A GO 3 elektronsugaras olvasztásával sokan foglalkoztak [10—18]. GO 3 acél átolvasztásakor némi meggondolást igényel az ötvözők párolgása.

A *3. táblázat* az összetétel változását mutatja az olvasztási paraméterek függvényében [10, 12].

3. táblázat

Olvadási paraméterek	C%	Si%	Mn%	Cr%	Cu%	N%
Át nem olvasztott	1,00	0,57	1,00	1,60	0,21	0,013
1,21 kW/h/kg	0,99	0,50	0,47	1,59	0,14	0,007
1,88	0,99	0,54	0,19	1,57	0,09	0,007
2,67	0,96	0,58	0,16	1,45	0,08	0,004

Átolvasztáskor jelentősen csökken az acél zárványossága [13, 14]. Az elektronsugaras átolvasztás csökkenti az edzési keménység szórását. A Mn párolgás miatt [9] kisebb lesz az átedzés mélysége. Ezt a Si-tartalom növelésével lehet ellensúlyozni. Ez növeli az AC_1 hőmérsékletet és közben az austenit szemcsedurvulásra lesz hajlamos [10]. Az elektronsugaras átolvasztás növeli a GO 3 megeresztési hőmérsékletét és 60° C-szal az AC fölöttről edzve kevesebb lesz a maradék austenit.

Szovjet szerzők [18] vizsgálatai szerint elektronsugaras átolvasztáskor jelentősen csökkennek az acél káros mikroszennyezői (átolvasztás után: 0,5 ppm Pb, 3,3 ppm Bi).

Az élettartam vizsgálatok eredményeit [19] a *4. táblázat*ban foglaltuk össze.

4. táblázat

Olvasztás módja	σ_B 10^2 kp/mm²	L_{50} 10^6 igénybevételi számban megadva	Polírozhatóságra jellemző üstökös szám mm²
Ivfényes	80	45	25
Elektrosalakos ...	105	140	14
Elektronsugaras .	115	90	5

A GO 3 acél leolvadó dektródos elektronsugaras átolvasztása nagy mértékben javítja a polírozhatóságot, de az előnyök és hátrányok kölcsönhatására kialakuló csapágy élettartam elmarad az elektrosalakos olvasztás mögött.

A GO 3 acélnál nagyobb gyakorlati jelentőséggel bír a melegszerszámacélok elektronsugaras átolvasztása.

A V, Mo, Cr-os melegszerszámacélok alapos vizsgálata kimutatta, hogy a szerszámok gyors meghibásodásait 600 °C felett az acélokban 0,001—0,01%-ban jelenlevő Pb, Sb, Zn, Bi, Sn okozza. E szennyezők bekerülhetnek az acélba az előötvözetekkel (FeMo, FeW), de fő forrásuk a színesfémek

(sárgarezek) alakítására használt szerszámok beolvasztása. Mivel a szennyezők oxidjának a képződési termodinamikai potenciálja pozitívabb, mint a vasoxidoké, ezek az acélgyártásban nem távolíthatók el.

Más a helyzet vákuum olvasztáskor. A Pb, Zn nagy parciális gőznyomása következtében 10^{-4}—10^{-5} Torr nyomáson 0,1 ppm nagyságrendig elpárolog, de a Bi, Sb, Sn egy része is eltávozik.

W 3 típusú acél átolvasztásakor az egyes szennyezők a vákuumérték függvényében az *5. táblázat*ban láthatóan csökkennek [20].

5. táblázat

Nyomás Hg mm	Cu %	Pb%	O%	N%
760	0,08	0,0003	0,007	0,008
100	0,06	0,00015	0,002	0,007
10	0,05	0,0001	0,001	0,006
1	0,05	0,0001	0,001	0,006
0,1	0,03	∅	0,001	0,004
0,05	0,02	∅	0,001	0,003

W 2—W 3 típusú acél alektronsugaras átolvasztásakor az ötvözők relatív százalékos változása a következő [19]:

C = +7,1%; Si = +6,3%; Mn = —77%; S = = —24,5%; P = —1,2%; Cr = —9,4%; Mo = = +11,4%; Ni = +4,2=; W = +11,1%; Cu = —56,0%.

Csepeli tapasztalatok szerint az MSZ 4352 szerinti wolframacélok elektronsugaras átolvasztása akkor jár jelentős szerszámélettartam növekedéssel, ha a C 0,30% és az acélban 0,3—0,5% Mo, 0,2—0,3% V is van.

Az elektronsugarasan átolvasztott W 2—W 3 acél következő tulajdonságváltozásai feltűnők:

1. a transzkrisztallizált sugaras szövetszerkezet ellenére nagy mértékben javul a melegképlékenysége, különösen a zömíthetősége. Példaként megemlítjük, hogy 400 mm magas, ∅ 100 mm-es tuskót 20 mm-es lappá sikerült zömíteni repedés nélkül. 30 elektronsugarasan olvasztott öntecs zömítő kovácsolásakor repedést csak egy esetben észleltünk (3%), míg az át nem olvasztott kovácsolt rudak 80%-a repedt azonos mértékű zömítéskor;

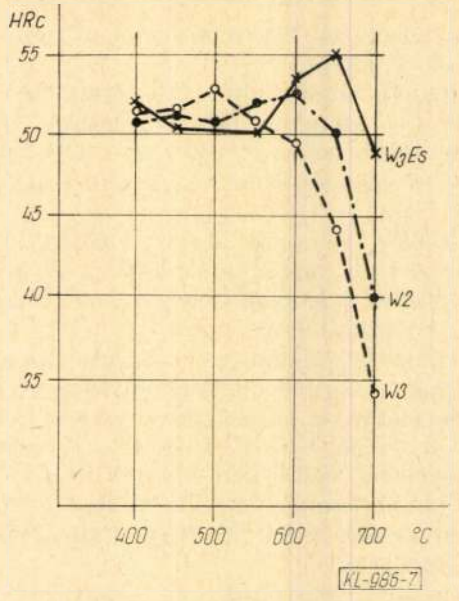
2. az acél kevésbé érzékeny az edzési túlhevítésre;

3. nagyobb lesz az acél megeresztési és kilágyulási hőmérséklete *(7. ábra)*. W 3 acélnál az elektronsugaras átolvasztás 6—8% W ötvözéssel egyenértékű megeresztésállóság növekedést okoz [21];

4. az austenit szemcsedúrvulás nem jár a szívósági tulajdonságok csökkenésével, az acél még HRC = 50 érték felett sem rideg;

5. a szerszámok élettartama 160—1000%-a volt az át nem olvasztottakénak.

A W melegszerszámacélok szívósság és megeresztésállóság növekedését elektronsugaras olvasztás után ma még nem tudjuk megfelelően magyarázni. Valószínű, hogy egyes mikroszennyezőknek (Pb, Zn) a martenzites átalakulásra, illetve a karbidkiválás mechanizmusára is van hatása. Az is el-



7. ábra. Különböző módon olvasztott W_2, W_3 acélok megeresztési görbéi (8 órás hőntartás)

képzelhető, hogy módosul a szennyezők-ötvözők közötti kölcsönhatás. Lehetséges az is, hogy jelenlegi elképzeléseinkkel szemben a megeresztési karbid-reakciókat nem a W: C, Cr : C, hanem a W : C : 0, vagy Cr : C : 0 viszony szabályozza. Kétségtelen az is, hogy elektronsugaras átolvasztás hatására módosulnak a kristályhatár menti kölcsönhatások (és ezáltal csökken a kristályhatár szerepe az acél szívóssági tulajdonságai szempontjából).

A Csepeli Fémműben elvégeztük a transzformátoracélok, rozsdaálló és hőálló acélok elektronsugaras átolvasztását is. A vizsgálatok kiértékelése folyamatban van.

Az irodalomban tudósítanak gyorsacélok, nemesíthető acélok, rozsdaálló rugóacélok elektronsugaras olvasztásáról is. Az utóbbiaknál jelentős élettartam és korrózióállóság növekedésről számolnak be [22], a többinél az elektrosalakos acélolvasztással szemben nem tapasztaltak jelentős javulást.

Végül ismertetni szeretnénk azokat a felhasználási területeket, ahol az elektronsugaras olvasztott acél jelentős előnyökkel jár, illetve ahol ezeket jelenleg már alkalmazzák.

1. Színesfém prések matricái, tüskéi. Az NDK-ban a rúd- és csőprések matricáit, tüskéit kizárólag elektronsugarasan olvasztott melegszerszámacélból készítik, és az áramemelkedés arányához képest jóval nagyobb teljesítménynövekedést értek el.

2. Bonyolult (írógép, fényképezőgép) könnyűfém présöntő kokillái.

3. Színesfém présöntő kokillák.

4. Műanyag ipar présszerszámai.

5. Különösen jól polírozható saválló acél az evőeszközök és dísztárgyak gyártására.

6. Orvosi műszergyártás.

7. Precíziós golyóscsapágy gyártás.

8. Saválló rugó gyártás.

9. Nagy szívósságú ötvözött acélok.

Az NDK-ban 39 minőségű acélt gyártanak elektronsugaras kemencében. Ebből 8 saválló, 11 szer-

számacél, 7 melegszerszámacél, 1 gyorsacél minőség.

Az NSZK-ban gyorsacélt (7-4-2-5), 4-féle saválló acélt és melegszerszámacélt olvasztanak.

Az USA-ban rozsdamentes acélt, GO 3 szerkezeti acélt olvasztanak (4340), amit repülőgép iparban (hőlégsugaras motor), űrhajóépítésben használnak fel [5].

Jelenleg a verseny az elektronsugaras és elektrosalakos olvasztás között az utóbbi javára dőlt el. A nem leolvadó elektródás elektronsugaras kemencék jövőjét illetően nagyon optimista vélemények hangzanak el. A jövő fogja eldönteni azt, hogy az elektronsugaras acélolvasztás csak történelmi jelentőségű kísérlet volt-e, vagy pedig az 1980-as évek korszerű és gazdaságos nemesacélgyártó berendezése lesz-e?

IRODALOM

[1] *Stephan, W.:* Neue Hütte, *164.* 11. sz. 1971. p. 650—657.

[2] *Hentrich, R.—Fischuber, J.—Valtingoier, A.:* Neue Hütte. *16* k. 11. sz. 1971. p. 644—650.

[3] Ultrareiner Stahl: VEB Edelstrahlwerk 8. Mai 1945. Freital.

[4] *Rexner, E.—Schlaubitz, K.—Liebschner, H.:* Die Technik, *19* k. 11. sz. 1964. p. 709—715.

[5] *Schlatter, R.:* Journal of Metals. 4. sz. 1970. p. 33—39.

[6] *Ardenne, M.—Schiller, S.—Förster, H.—Lenk, P.:* Elektronsugaras olvasztás alkalmazása a kutatásban és iparban. Finomkohászati alapanyagok előállításának elméleti és gyakorlati kérdései. 1966. p. 77—87.

[7] *Esser, F.—Scharf, S.—Rumberg D.:* Freiberger Forschungshefte. B *122.* 1966 p. 77—87.

[8] *Scharf, G.—Rumberg, D.:* Freiberger Forschungshefte B *122.* 1966. p. 90—98.

[9] *Fiedler, H.—Scharf, G.:* Neue Hütte. *15* k. 11. sz. 1970. p. 644—652.

[10] *Weiss, Ch.—Scharf, G.:* Die Technik *21.* k. 5. sz. 1966. p. 314—319.

[11] *Köhler, K.—Thiel, H.—Förster, M.:* Neue Hütte 7. k. 1. sz. 1962. p. 14—20.

[12] *Efimenko, Ju. M.—Morcson, B. A.—Tihonovszkij, A. L.:* Sztal. 3. sz. 1966. p. 230—232.

[13] *Thiel, H.—Maxhler, H.—Förster, H.:* Neue Hütte, *8.* k. 6. sz. 1963. p. 318—325.

[14] *Lüdemann, K. F.—Eckstein, H. J.—Peisker, D.—Serchen, R.:* Freiberger Forschungshefte, B *122.* 1966. p. 181—194.

[15] *Lüdemann, K. F.—Eckstein, H. J.—Peisher, D.:* Freiberger Forschungshefte, B *122.* 1966. p. 195—217.

[16] *Karl, A.—Elzel, W.:* Die Technik *24.* k. 8. sz. 1969. p. 531—535.

[17] Neue Hütte. *13.* k. 10. sz. 1968. p. 590—594.

[18] *Vulfovics, M. S.—Lejbenzon, S. A.—Salzeev, G. Ch.—Chitrik, A. J.—Tregubenko, J. A.—Moskovics, E. J.—Sulte, Ju. A.—Sarevskich, J. A.—Civirko, E. J.—Kovcan, B. A.—Efimenko, Ju. M.:* Stahl im Deutsch. 3. sz. 1969. p. 286—288.

[19] *Weiss, Ch.—Müller, H.:* Stahlberatungsstelle der VEB Stahl und Walzwerke. Mitteilung Nr. 63. oktober 1967.

[20] *Peter, W.—Spitzer, H.:* Révue de Metallurgie, *60.* 4. sz. 1963. p. 339—365.

[21] *Artinger J.:* Nagyszilárdságú, különböző szövetszerkezetű süllyesztékacélok ridegtörési hajlamának vizsgálata. (Kandidátusi értekezés 1972.)

[22] *Dietrich, W.—Gruber, H.—Stephan, H.:* G. I. T. Fachzeiteschrift für das Laboratorium, August 1963.

Az elektrosalakos eljárás hazai eredményei és alkalmazási lehetősége*

LENDVAI ENDRE okl. kohómérnök, tud. tanácsadó
Vasipari Kutató Intézet

A Vasipari Kutató Intézet kísérleti berendezésével szerzett tapasztalatok. Az elektrosalakos eljárással előállított acélok előnyös tulajdonságai. A legcélszerűbb felhasználási területek. Az eljárás gazdaságossága.

Bevezetés

Az elektrosalakos eljárás az irodalomból többékevésbé ismeretes. Hazai acélműben az eljárás ezideig még nem nyert bevezetést. A Vasipari Kutató Intézetben 1966-ban laboratóriumi célokra kísérleti berendezés létesült, amelyben jelenleg max. 115 mm átmérőjű, 40 kg-os tuskó gyártására van lehetőség. A laboratóriumi berendezés útján az eljárás honosításával kapcsolatos kutatás is folyik *(1. ábra).*

Előadásunk a kísérleti berendezés útján végzett munkák tapasztalatait, eredményeit adja. Nem foglalkozunk az eljárás, az egyes jelenségek és minőségjavító hatások ismertetésével. Hasonlóképpen nem célunk az átolvasztás üzemére vonatkozó jellemzők és a minőségjavulás összefüggésének feltárása sem. Az előzőkre vonatkozóan a hazai irodalomban megjelent lényegesebb dolgozatok: [1], [2] és [3].

* Márc. 30-án Különleges olvasztási eljárások alkalmazása Magyarországon c. ankéton Csepelen tartott előadás.

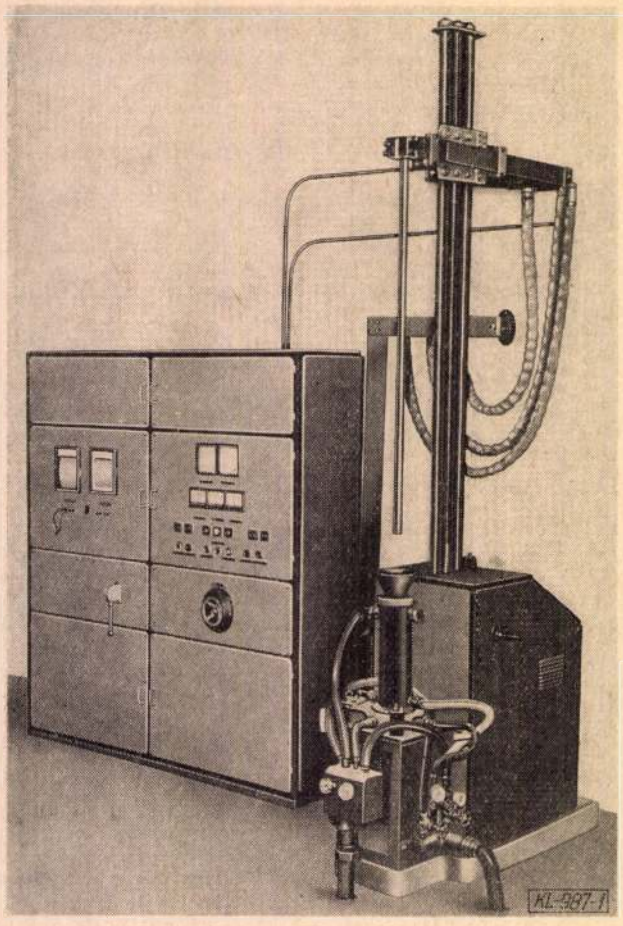
Kísérleti tapasztalatok

Előadásunk rövid áttekintést nyújt az eljárás minőségjavító hatásáról, saját tapasztalatokra támaszkodva. Egyúttal utal a technológia hazai alkalmazhatóságára és a gyártott minőségek felhasználási lehetőségére.

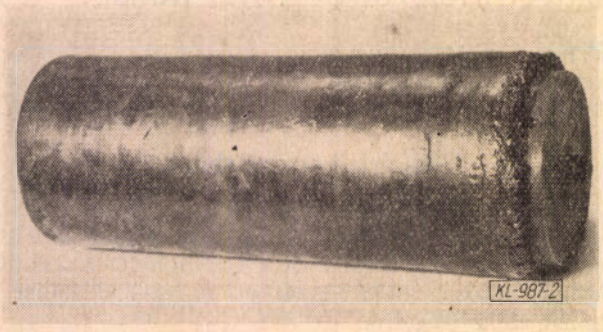
Kísérleti berendezésünkben mintegy 250 adagot olvasztottunk át. A közönséges C acéltól a szuper gyorsacélokig, illetve a vasalkotót nem tartalmazó fémötvözetekig, számos minőséggel foglalkoztunk. A nyert tapasztalatokból adunk néhányat szemelvényszerűen.

Tuskófelület, primér szövet

Az eljárás egyik legszembetűnőbb javító hatása: a kiváló felületű, egészséges tuskó gyártási lehetőségének biztosítása *(2. ábra).* A felület javításának módszerei adottak. Meg kell jegyeznünk, hogy a gyakorlatban adódnak oly esetek, amikor egyéb kívánalmak teljesítése — pl. a primér szövet továbbjavítása — gyengébb minőségű,ráncosabb felületű tuskók gyártását eredményezi. Az eljárással gyártott tuskók jó felületi minőségére jellemző, hogy a melegmegmunkálás előtt a tuskók hántolása el-



1. ábra. A Vasipari Kutató Intézet kísérleti elektrosalakos átolvasztó berendezése



2. ábra. Elektrosalakos eljárással gyártott tuskó. Kiváló tuskófelület

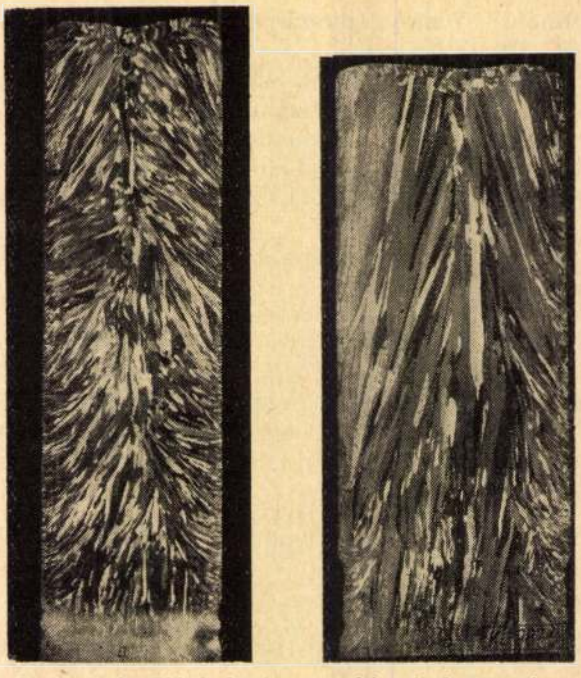
Minőség: GO 3 golyóscsapágyacél. Alkalmazott salakkeverék: ESRS2 (70% CaF_2, 30% Al_2O_3)

hagyható. A kísérletek során a tuskókat hántolás alkalmazása nélkül dolgoztuk fel. Ebből eredően minőségromlást nem tapasztaltunk.

A kiváló tuskófelület elsősorban az alapanyagot gyártó és feldolgozó üzem számára hasznos.

A vízhűtéses kristályosítóban folyamatosan gyártott tuskó kedvező dermedési viszonyokat és ennek következményeként kiváló primér szövetet eredményez.

Így a szívódási üregképződés és a tuskó-tengely vonala mentén a hagyományos gyártás esetén sokszor keletkezett pórusosság gyakorlatilag teljesen kiküszöbölést nyer. A szövet a zárvány eloszlása vonatkozásában is egyenletesebb lesz.



3. ábra. Az eljárás hatása a tuskó primér szövetére. Üzemi jellemzők és salakviszonyok módosítják a primér szövetet

Acélminőség: C=0,1%, Cr=18—20%, W=0,5%, Használt salak: ESRS1 (CaF_2). Tuskó átmérő: 85 mm, Kapcsolt feszültség fokozat: 42 V

A hagyományos öntés útján előállított, erősen ötvözött, rossz hővezető képességgel rendelkező acélok nagyon hajlamosak a tuskó tengelyére merőleges irányú ún. „oszlopos" kristályosodásra. Ez a jelleg az eljárás hatására erősen és előnyösen megváltozik. Ez látható a *3. ábracsoportban.*

A krisztallitok sugár-irányítottsága a tuskótengellyel kb. 45°-os szöget bezáró lesz, sőt az üzemi jellemzők kedvező értéke és ezek helyes kombinációja révén a kristályok közel tuskó-tengely irányúvá tehetők.

A krisztallitok irányára vonatkozó módosító hatás, ennek mértéke bizonyos határok között szabályozható. Ez a bemutatott 3. ábracsoportban is látható.

A *4. ábra* KO 36 saválló minőségű tuskó tengelymetszetét adja.

A közel tuskó-tengely irányított primér szövet — melynek egyúttal a zárványeloszlása is egyenletesebb — többek között a melegalakításkor bír jelentőséggel. A tengelyirányítottabb kristályzatú tuskók jobban alakíthatók.

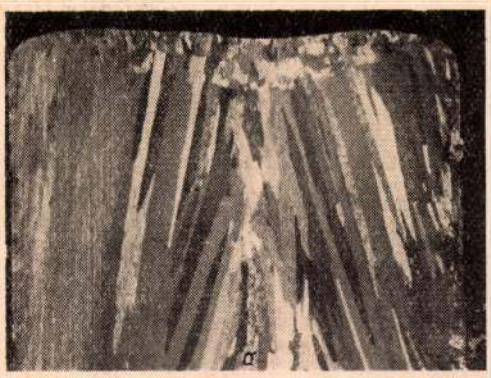
Az irányított és folyamatos dermedés szinte 100%-osan kitáplált, gyakorlatilag zsugorodási üreg és mikroporozitás mentes tuskófejet eredményez, amire *5. ábrasorozatunk* ad jellemzést.

A kiváló primér szövet, valamint a zsugorodási üregességnek, továbbá a porozitásnak kiküszöbölése jó kihozatalt eredményez. A kovácsolt félkész anyagra vonatkozó kihozatal értéke: 95—85%, az adott ötvözet összetételétől és jellegétől függően.

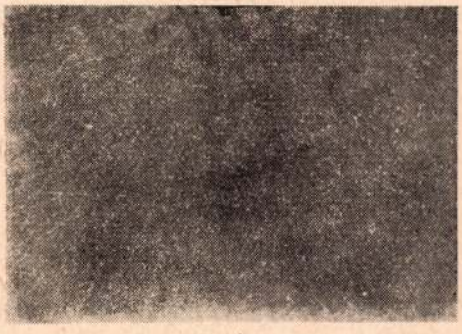
Zárványosság és feldolgozhatóság

A kéntartalom jelentősen csökkenthető. Mértéke főként az alkalmazott salak minőségétől, tisztaságától és az alkalmazott technológiától függ. Az át-

4. ábra. KO 36 minőségű elektrosalakos tuskó tengelymetszete



a



b

c

5. ábra. Elektrosalakos eljárás útján gyártott tuskók

a 18% Cr tartalmú hőálló acél; Tuskóátmérő 85 mm; *b* DMo 5 gyorsacél Tuskóátmérő 105 mm; *c* KO 36 saválló acél; Tuskóátmérő 105 mm

olvasztás javító hatásaként elért minimális kéntartalom 0,002% volt. A kéntartalom csökkenése a kiindulási acél S-tartalmához viszonyítva 27—88% volt a végzett kísérletek alkalmával *(1. táblázat)*.

A táblázatból látható, hogy a kéntelenítés mértéke szabályozható. Lehetőség van az acél kéntartalmának azonos szinten való tartására, ill. növelésére is (pl. S-es gyorsacélok).

A *2. táblázat* a használt salakminőség vegyi összetételét adja.

Elektrosalakos átolvasztáskor, megfelelő salak alkalmazása esetén és a technológiai rendszabályok maradéktalan betartásakor a zárványtartalom 1—2 értékkel *(Jernkontoret skála)* jobb lesz a kiindulási acélhoz viszonyítva. Különösen a szulfidzárványosság javul. Jelentősen kevesebb a nagy globulitos, továbbá a szilikát jellegű zárvány is. Mennyiségi szempontból a zárványosság esetenként azonos az eredeti és az átolvasztott acélban. Döntő különbség azonban, hogy az átolvasztott acél zárványképe homogénebb. Ez egyaránt érvényes a zárványok nagyságára és eloszlására. Az átolvasztott acél szövetében a soros zárványok szinte teljesen kiküszöbölődnek. Több acélminőség esetében ismételten bizonyítást nyert, hogy az eljárás zárványcsökkentő, tisztító hatásánál döntően jellemzőbb a maradó zárványosság egyenletes eloszlásának biztosítása és a soros zárványok erőteljes csökkenése.

Az össz O_2 szennyeződés és ennek megoszlása vonatkozásában kb. ugyanaz mondható, mint a zárványszennyeződésekkel kapcsolatosan. Az átolvasztott acél O_2 tartalma általában csökken, de csak a technológiai rendszabályok szigorú betartásakor. Az átolvasztások során az O_2 mennyiségére vonatkozó csökkenés maximális értéke a kiindulási acél O_2 tartalmának százalékában 85% (az átolvasztott acél végző O_2 tartalma 38 ppm volt).

A *3. táblázatban* közlünk adatokat az acél össz oxigén tartalmának alakulására. Az oxigén-meghatározás pontosságával kapcsolatosan ismeretes problémák következtében nem is annyira az abszolút értékekre, mint inkább az O_2 tartalmak mennyiségének relatív alakulására mutatunk rá, melyek korrelációban vannak a technológiai jellemzőkkel.

A fémes anyag tisztulása és a kedvező primér struktúra következtében a melegalakíthatóság jelentősen javul. E javulás mértékének jellemzésére

Az elektrosalakos eljárás kéntelenítő hatása *1. táblázat*

Adagszám	S.18—S.22*	S.11	S.23	S.85	S.87	S.88	S.71
Minőség	GO3	GO3	GO3	DM05	DM05	DM05	CrMo80
S tartalom átolvasztás előtt %	0,015	0,015	0,015	0,024	0,024	0,024	0,010
S tartalom átolvasztás után %	0,011	0,009	0,004	0,009	0,013	0,017	0,002
S tartalom %-os csökkenése	26,7	40	73,5	62,5	46	29	80
Alkalmazott salaktípus	ESRSZ	ESRS3	ESRS3	ESRS3	ESRS2	ESRS1	ESRS3
Járulékos technológiai módosítások	—	átolvasztás argonban	CaAl dezox; argon használat	—	—	—	Argonban olvasztás CaAl dezox.

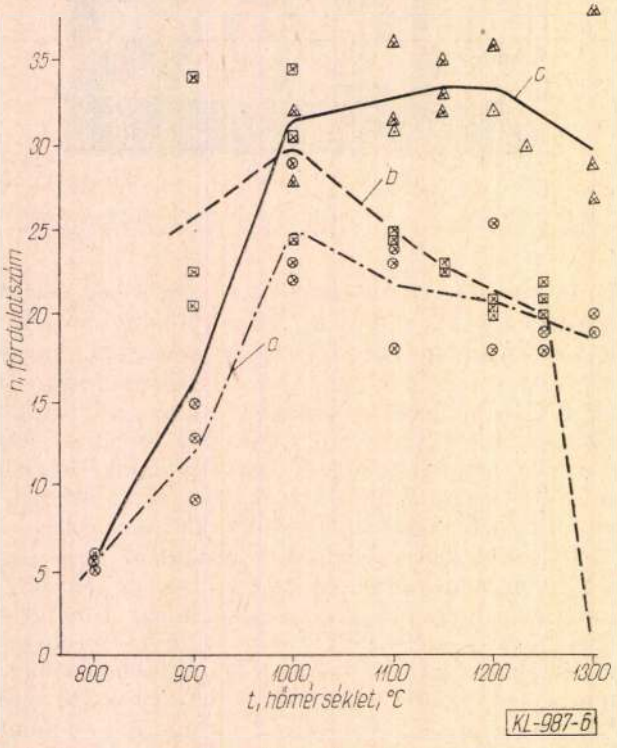
* 5 adag átlaga

néhány ábrát is kívánunk bemutatni *(6. és 7. ábrák)*.

A *Hastelloy B* minőségre vonatkozó ábra utal az eljárás egyik igen jelentős előnyére, felhasználási lehetőségére. Ezt a 70% Ni, 28% Mo fémet tartalmazó ötvözetet hagyományos módszerekkel nem lehet kovácsolt termékként előállítani.

Mechanikai tulajdonságok

Az elektrosalakos átolvasztás javítólag hat az acél szilárdsági tulajdonságaira is a kész felhasználási állapotra vonatkozóan. A közönséges, 0 °C-nál alacsonyabb, valamint a magas hőmérsékletű területeken különösen a szívóssági jellemzők értéke nő meg jelentősen a hagyományos gyártású acélmi-



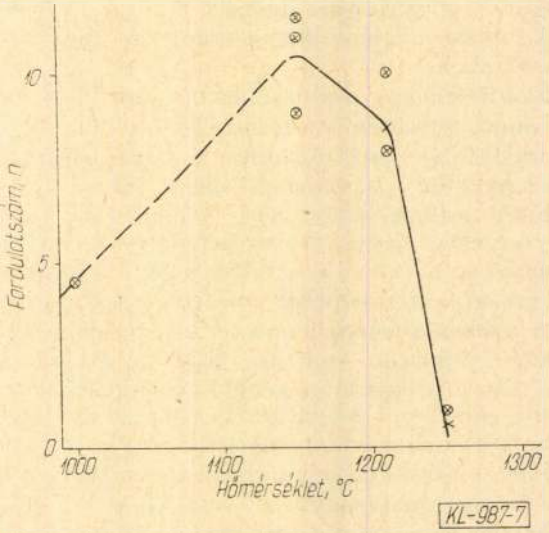
6. ábra. A KO 36 saválló acél melegképlékenységének alakulása az acélgyártás technológiájától függően. Melegcsavaró vizsgálat

a hagyományosan gyártott acél; *b* elektrosalakosan átolvasztva; *c* elektrosalakosan átolvasztva

2. táblázat

A Vasipari Kutató Intézet laboratóriumi elektrosalakos átolvasztó berendezésében folytatott kísérletek salakkeverék minőségei (bázis, célzott értékek %-ban, szennyezők nélkül)

Salakminőség	CaF_2	CaO	MgO	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2
ESRS1	100	—	—	—	—	—
ESRS2	70	—	—	30	—	—
ESRS3	60	20	—	20	—	—
ESRS4	50	—	—	25	25	—
ESRS5	—	45	—	55	—	—
ESRS6	80	20	—	—	—	—
ESRS7	80	—	—	—	20	—
ESRS8	35	15	5	—	35	10
ESRS9	80	—	10	10	—	—



7. ábra. Elektrosalakos átolvasztású Hastelloy B saválló fémötvözet melegképlékenységének alakulása a hőmérséklet függvényében. Melegcsavaró vizsgálat. A próbatestek alakított rúdanyagból voltak kivéve

3. táblázat

Az O_2 tartalomra vonatkozó vizsgálati eredmények és az alkalmazott technológia jellemzői

Adagszám, jelzés	Acél-minőség	O_2 tartalmak* %	Használt salak-minőség	Alkalmazott áram-sűrűség Amper/mm²	Üzemi feszültség Volt	Tuskó növekedési sebesség mm/perc	Megjegyzés, járulékos technológia
L 358	16MnCr5	0,0253 / 0,0112—0,0519—9	—	—	—	—	kiindulási, hagyományos acél
S.57.K	16MnCr5	0,0114 / 0,0099—0,0150—9	ESRS3	0,88	44	7,15	L 358 jelzett acél átolvasztása
S.70F$_1$	16MnCr5	0,0038 / 0,0025—0,0052—8	ESRS3	0,88	43—44	7,73	mint előző, de argon használata CaAl dezoxidálás
S.88 A**	DM05	0,0089 / 0,0070—0,0110—12	ESRS1	0,83	32—33	5,81	—
S.88 F***	DM05	0,0181 / 0,0132—0,0248—12	ESRS1	0,83	32—33	5,81	—

* A számláló adja a vonatkozó átlagértéket, a nevező pedig sorban a nyert minimális, maximális értéket, ill. a vizsgálatok számát.
** Tisztított felületű elektróda használata.
*** Az elektróda revés, oxidos volt.

nőségekkel szemben. Erősen javul az acél izotrópiájának jellege. Utóbbira vonatkozóan a CrMo 80 minőséggel kapcsolatosan adunk jellemzést *(8. ábra,* ill. *4. táblázat)*.

Eredményesség szerszám- és gyorsacélminőségek esetében

Hazai viszonylatban az eljárás alkalmazási lehetősége vonatkozásában a legnagyobb jelentőséggel a különböző meleg- és hideg-szerszámacél minőségek, valamint a gyorsacélok rendelkeznek. E minőségek esetében az eljárás primér szövetet javító hatásának igen nagy jelentősége van. Feltehetően az ebből származó minőségjavulás fontosabb, mint a szennyeződés csökkenéséből származó előnyök.

9. ábrasorozatunk jellemzi az eljárás hatását. Lényegében 3 törvényszerűség vonható le következtetésként:

1. A primér szövet egyenletesebb a tuskónak mind a hossztengelye, mind pedig az erre merőleges sugár irányában.

2. A tuskó tengelyhez, illetve a tuskófejhez közelebb fekvő zónákban a durva karbidcsomók keletkezését az eljárás meggátolja, illetve az erre való hajlamot jelentősen csökkenti.

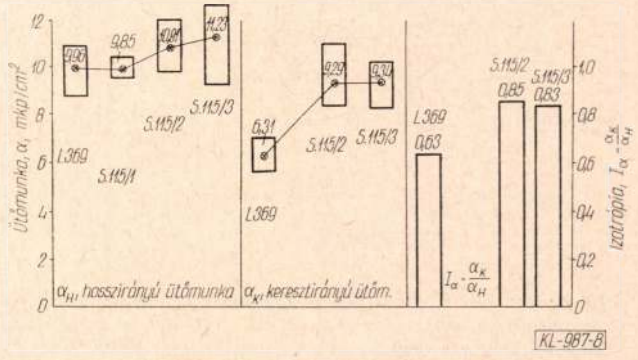
3. A hagyományos öntésű tuskóhoz képest a szövet, a karbideloszlás finomabb lesz.

Az elektrosalakos eljárás útján megjavult, egyenletesebb öntött szövet átöröklődik természetesen a melegalakított és a végső, a felhasználási állapotra is. Az alakított szerszám- és gyorsacélok szövete, különösen a karbideloszlás és sorosság vonatkozásában jobb, egyenletesebb lesz.

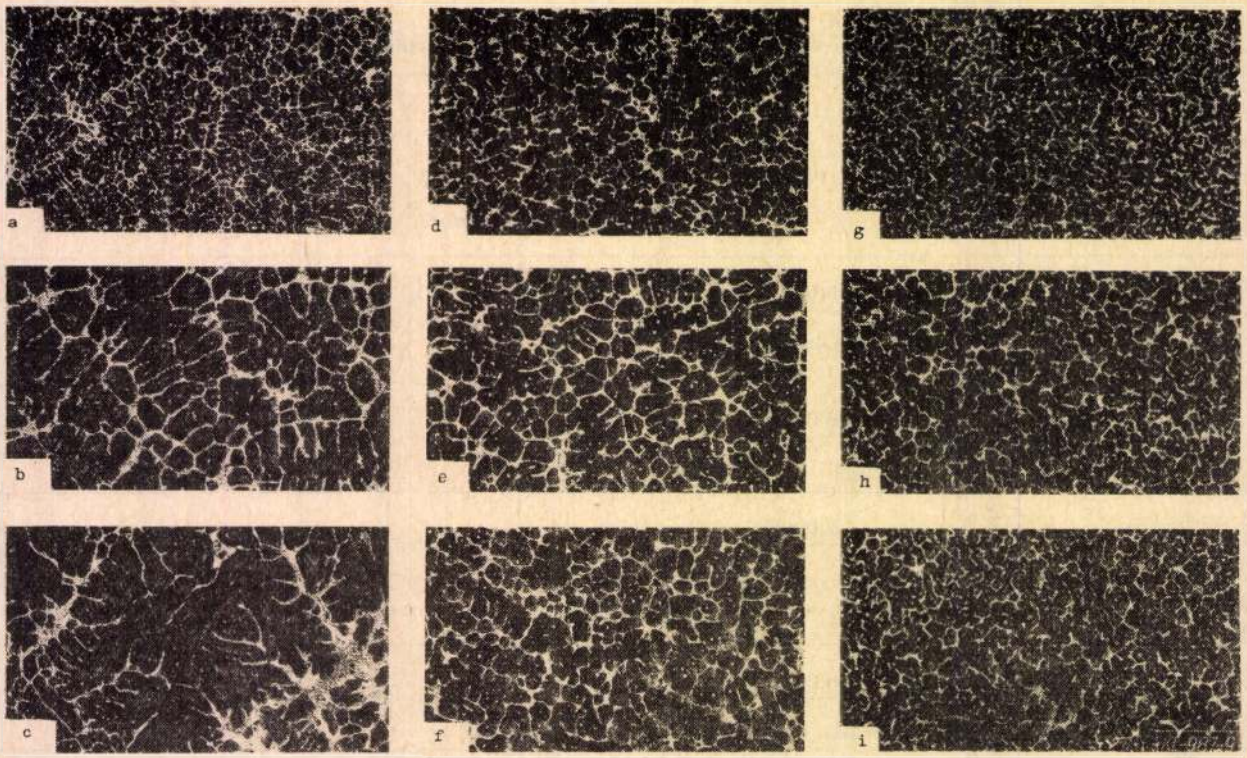
4. táblázat

A CrMo80 minőségű acél fajlagos ütőmunka értékében mért izotrópiájának alakulása az acélgyártás technológiájától függően

Gyártástechnológia	Izotrópia, $I_\alpha = \frac{\alpha_k}{\alpha_h}$
Hagyományos	0,46—0,69
ESR átolvasztás	0,65—0,98



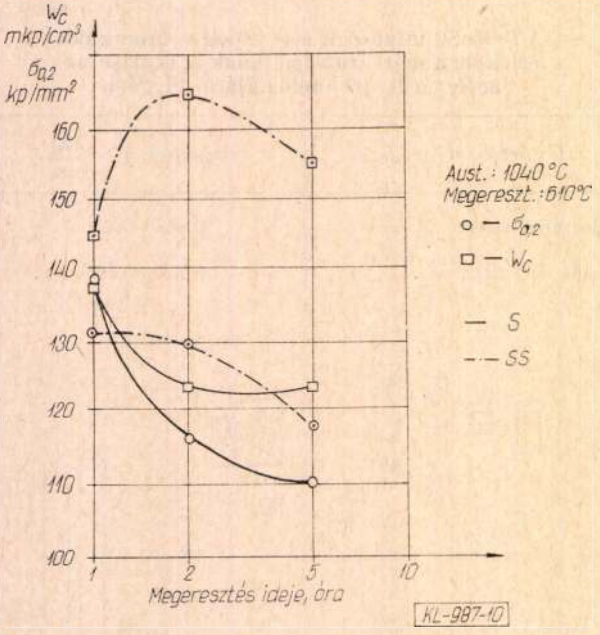
8. ábra. A CrMo 80 acél ütőmunkájának és izotrópia jellegének alakulása a gyártástechnológiától függően



9. ábra. Az elektrosalakos eljárás hatása a DMo 5 gyorsacél öntési szövetére, karbideloszlására. 100×, Maratás 10%-os alkoholos HNO_3-ban

A következő ábrákkal a szerszámacél-minőségekre vonatkozóan adunk néhány példát. Ezek útján a felhasználás során fontos tulajdonságok javulására kívánunk rámutatni.

A *10. ábra* a csepeli SÜ-1 süllyesztéknek acélminőség hagyományos és ebből átolvasztott anyagának szobahőmérsékletre vonatkozó $\sigma_{0,2}$ és *Wc* értékét adja a hőkezelés függvényében. A *Wc* mutató az ún. „törésmechanika" elmélete alapján a szilárdsági tulajdonságok értékéből számított, az acél szívósságára jellemző mutató. Minél nagyobb *Wc*, annál alkalmasabb a vizsgált anyag dinamikus igénybevétel elviselésére.



10. ábra. Az SÜ-1 minőségű hengeres próbatestek szakítóvizsgálata során nyert $\sigma_{0,2}$ és W_c értékek a megeresztés idejének függvényében. Az austenitesítés 1040 °C-on, a megeresztés 610 °C-on történt

S=hagyományos gyártás, *SS*=elektrosalakos átolvasztás

A *11. ábra* a W3 minőségű szerszámacél hagyományos, valamint ebből elektrosalakosan átolvasztott anyagának bemetszett és előfárasztott próbapálcán mért ütőmunkáját adja a hőmérséklet függvényében.

A minőségjavító hatások végső eredményeképpen az átolvasztott anyag az alkalmazása során jelentkező legkülönbözőbb igénybevételekkel szemben jelentősen nagyobb ellenállóképességgel rendelkezik, mint a hagyományosan gyártott acélminőség. A raffinált acél eredményesebben áll ellen a magasabb hőmérsékleten adódó tartós igénybevételeknek, jobban elviseli a dinamikus terheléseket, akár erő- akár hőhatásként jelentkeznek ezek.

Alkalmazási lehetőségek

Önkéntelenül is felvetődik ezek után a következő kérdés:

Milyen célból, milyen műszaki megfontolásoktól indíttatva ajánlatos az eljárást alkalmazni, figyelembe véve a gazdaságossági kérdéseket is? Főként műszaki, minőségjavítási vonatkozásban a kérdésre két szempontból válaszolhatunk. Egyrészt az alapanyagot és félkésztermeket gyártó kohászat, másrészt az ezen anyagokat felhasználó, illetve a végtermékeket gyártó iparágak szempontjából.

1. A kohászati iparág vonatkozásában az eljárás főbb alkalmazási területei a következők:

a) Közepesen és erősen ötvözött acélok gyártása. A jelentős minőségjavulás a ráfordított üzemi költségeket messzemenően megtéríti.

b) Olyan acélok előállítása, amelyek az oxigénhez nagy vegyrokonságú ötvözőket tartalmaznak és így gyártásuk hagyományos módszerekkel nehézségekkel és nagyobb selejttel jár.

c) Olyan acélok átolvasztása, amelyek melegalakítása fokozottabb tisztaságú alapanyagot követel (gyengén ötvözött acélok esetén is).

d) Erősen ötvözött vagy nagy keresztmetszetű tuskók gyártása. Az eljárás jobb melegalakíthatóságot biztosító jellegének felhasználása.

2. A felhasználó, valamint a végtermékeket gyártó iparágak szempontjából jelentősebb alkalmazási területek:

a) A szerkezeti acél és fémötvözetek vonatkozásában:

α/Jobb minőségű, nagyobb élettartammal rendelkező anyagok. Közönséges hőmérsékleten, 0 °C-nál alacsonyabb, valamint magas hőmérsékleten különböző igénybevételnek alávetett ötvözetek.

β/Korróziónak, és savak, lúgok hatásának, valamint eróziónak kitett szerkezeti anyagok. Különleges fizikai és mágneses tulajdonságokkal rendelkező ötvözetek.

Iparágak: járműipar, energiatermelés, hőerőgépek, vegyipari gépgyártás, gyógyszeripar, híradástechnika, műszeripar.

b) Acél- és fémötvözetek megmunkálásához szükséges szerszámanyagok. Meleg- és hideg-szerszámacélok, gyorsacél minőségek. Szerszámok alapanyaga a különböző felhasználó iparágak kiterjedt területén. Tömegcikkipar, vegyipari gép- és készülékgyártás, műanyagipar.

c) Mind a szerkezeti, mind a szerszámanyagok területén az egyenletesség, a homogenitás, az izotrópia jellegének növelése. Ez a korszerű ipari termelés műszaki és gazdasági szempontból igen fontos előfeltétele.

d) Egy következő előny: az eljárással lehetővé válik olyan acél- és fémötvözetek, illetve ezekből nyerhető féltermékek hazai gyártása, amelyek e nélkül egyébként nem lennének előállíthatók, vagy hagyományos technológiával gyártásuk nem gazdaságos. E körülmény új ipari termékek előállítására nyújt módot, új iparágak honosítására ad lehetőséget.

e) Végül nem lebecsülendő szempont a vállalatok, illetve a magyar ipari termék kírnevének növelése. Az anyagok és az ebből készített termékek jó minősége, nagyobb megbízhatósága, mind a hazai piac felvevőképességét, mind az export lehetőségét bővíti.

f) Mind a kohászati, mind a felhasználó ipar szempontjából néhány érdekes és nagyon jellemző kérdésre, tényezőre szeretnénk még rámutatni.

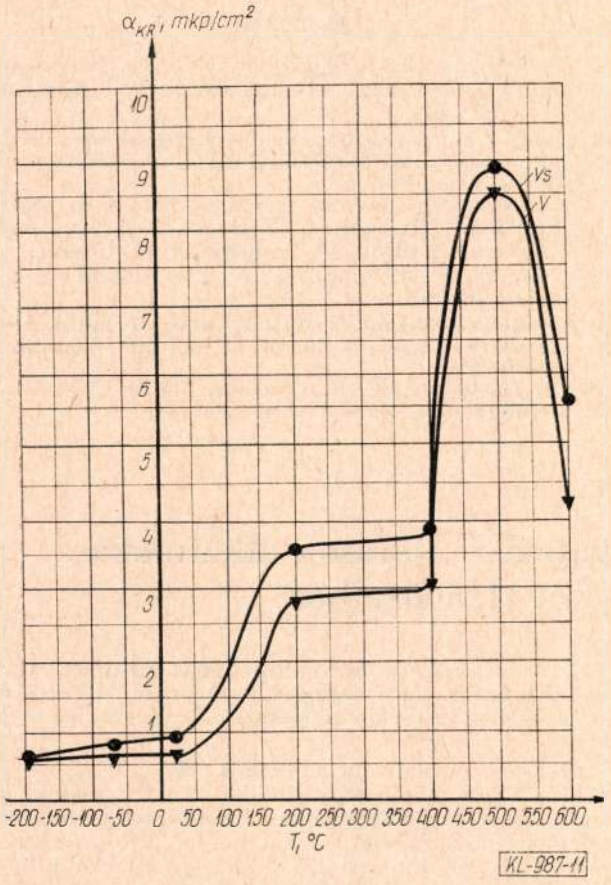
Az eljárást napjainkban már számos változatban, különböző technológiákhoz kapcsoltan alkalmazzák. Ilyen érdekesebb változatok pl. ennek az eljárásnak és a folyamatos öntésnek összekapcsolása, ún. *felépítéses technológiaként* való alkalmazása (ötvözés, átolvasztás alatt), a tuskóból tuskóvá történő átolvasztás, öntvények és csövek gyártása. Bővebben ezekről az eljárás változatokról a [4], [5] és [6] irodalmi közlemények, illetve konferenciák foglalkoznak. Mindezek újabb alkalmazási lehetőségeket sejtetnek, az elektrosalakos eljárás további fejlődésére utalnak, a hazai használatára vonatkozóan is.

Gazdaságossági vonatkozásukban hasonlítva összse a hagyományos elektroacélt az elektrosalakosan raffinált acéllal nyilván negatív tényező, hogy az eljárás járulékos, újabb technológiai folyamat közbeiktatását jelenti. Így természetesen költségeket is igényel. Nyilván nem jelentéktelen tényezőket képeznek a szükséges berendezés ára és beépítése, az átolvasztás alapanyagának, az elektródának előállítási költsége, az átolvasztás salakjának és az elektromos energiának biztosítása. A többletköltségnek lehetőleg már a kohászati művön belül a minőség növekedésében és a kohászati végtermékre vetített teljes önköltség csökkenésében kell megtérülnie.

Az elmúlt időszakban a Lenin Kohászati Művek tervezett berendezéséhez és az ottani üzemi adottságokhoz kapcsolódóan az eljárás gazdaságosságára közelítő számításokat végeztünk 3 acélminőségre (GO 3 golyóscsapágyacél, Kl szerszámacél-minőség és R3 gyorsacél).

A részleteket mellőzve a következő konklúziót vontuk le:

1. Az elektrosalakos eljárás bevezetésekor — csak a GO 3 acél gyártási ciklusába építve be — az átolvasztásos raffinálás beiktatása kb. 40%-os többletköltséget igényelt volna az alapanyagot gyártó kohászati műben, abban az esetben, ha a vizsgálat



11. ábra. A W 3 minőségű bemetszett és előfárasztott próbapálcák ütve-hajlító vizsgálatára vonatkozó fajlagos ütő-, ill. törési munka értékek a vizsgálati hőmérséklet függvényében

V =hagyományos gyártás, *VS*=elektrosalakosan átolvasztva

idején meglevő adottságokat, terheket, hivatalos árakat és önköltségi mutatókat vesszük figyelembe.

2. Az eljárást az erősebben ötvözött acélfajták gyártására alkalmazva, (K1, R3) már önmagában is hasznot eredményezne a kohászati műben. Ez abból következik, hogy az erősebben ötvözött hagyományos gyártású acélok önköltsége aránylag nagy, míg az átolvasztás költségigényei közel azonosak, kevésbé függenek az ötvözet jellegétől. A hagyományosan gyártott, erősen ötvözött acélok anyagráfordítása nagy, a tuskók hántolásával tekintélyes többletköltség adódik, a feldolgozás selejtveszélyesebb és nagyobb költségeket eredményez. Ezzel szemben az elektrosalakos eljárás alkalmazásakor ezek a költségek jelentősen csökkennek. A gyártás nyereséges lenne akkor is, ha csupán a jelenlegi árakat vesszük figyelembe.

Mindezeken kívül az eljárásnak a kész anyagra kifejtett igen tekintélyes minőségjavító hatását figyelembe véve — ez általában a felhasználónál jelentkezik — jogos és indokolt, ha az eljárással gyártott és a valóságban is jobb minőséget adó acélokra bevezetjük a minőségi felár-rendszert. Így az eljárás GO 3 és egyéb gyengén ötvözött acélok gyártásakor is haszonnal alkalmazható, már a kohászati műben is.

Nyilván, a vertikális jellegű vállalatokban minden vitát és kétséget kizáróan kedvezőbbek az adottságok az eljárás bevezetésére, különösen a jelenlegi árrendszer körülményeinek függvényében.

Az eljárás bevezetésére hazánkban van érdeklődés. A Csepeli Acélmű és a Lenin Kohászati Művek foglalkozik ennek mérlegelésével.

A Csepelen tervezett berendezés inkább az erősebben ötvözött acélminőségek és fémötvözetek gyártását szolgálná. A berendezés és üzeme a vertikális szervezettségű trösztön belül bármely ötvözet előállítására megtérülőnek ígérkezik. A várható és jelentősebb profilok: a tröszthöz tartozó vállalatok szerszámigényének kielégítése, a Fémmű termelési programjába való besegítés, a híradástechnika igényei, valamint a különleges tulajdonságú acél- és fémötvözetek gyártása és végül az erősebben ötvözött, kiváló minőségeket igénylő hazai felhasználó iparágak kielégítése.

A Lenin Kohászati Művekben létesítendő berendezés az elgondolás és tervek szerint inkább a kiváló minőségű kohászati félkész termékeket nagy mennyiségben igénylő hazai és külföldi ipar számára termelne. A nagyméretű, mintegy 10 tonnás tuskók gyártására alkalmas, a Lenin Kohászati Művekbe tervezett berendezés segítségével lehetőség nyílik nagyméretű félkész- és végtermékek, mint: pl. turbinatengelyek, forgórészek gazdaságosabb gyártására. A létesítendő berendezés egyúttal szerencsésen kiegészítené az új elektroacélművet és a jelenleg még építés alatt álló nemesacél hengerművet.

A Csepelen és a Lenin Kohászati Művekben létesítendő berendezések beruházása azonban mind ez ideig csupán terv.

Realizálásukhoz egyenlőre hiányzik a megfelelő anyagi fedezet. Nyilván az új gazdasági mechanizmus korában gazdasági vezetőink is joggal élnek bizonyos fenntartással az eljárás iránt, gazdaságosságának és hazai létjogosultságának tekintetében.

Befejezésül egy közismert nyugati szaktekintély *(dr. Wahlster)* véleményét és találó megjegyzését idézem *„A minőségi igények egyre gyorsuló fokozódásával hamarosan eljön az az idő, amikor a nemesacélművek el sem képzelhetők már elektrosalakos eljárás alkalmazása nélkül, ugyanúgy ahogyan ma már nincs korszerű acélgyártás LD konverter és folyamatos öntőmű nélkül."*

IRODALOM

[1] *Lendvai E.:* Elektrosalakos acélgyártás. Kohászat Lapok. 1965. 3. szám 97—105. old. és 1965. 4. szám 160—163. old.

[2] *Lendvai E.:* Az elektrosalakos eljárással elért eredmények. Mérnök Továbbképző Intézet előadássorozata, 4564 sz. 1967.

[3] Nagytisztaságú acélok gyártása. Salakréteg alatti elektromos átolvasztás. 1—1—017/1963 sz. téma részjelentése. 1968. 5. 6. Vasipari Kutató Intézet.

[4] *Latas, Ju. V.—Medovar, B. I.:* Elektroslakovüj pereplav 1970.

[5] Scientific problems of Welding and special electrometallurgy. Kiev, 1970. (Konferencián elhangzott előadások.).

[6] *Dr. Duckworth, W. E.:* Vacuum Arc or Electroslag Melting? Paris, 1968. nov. 8.

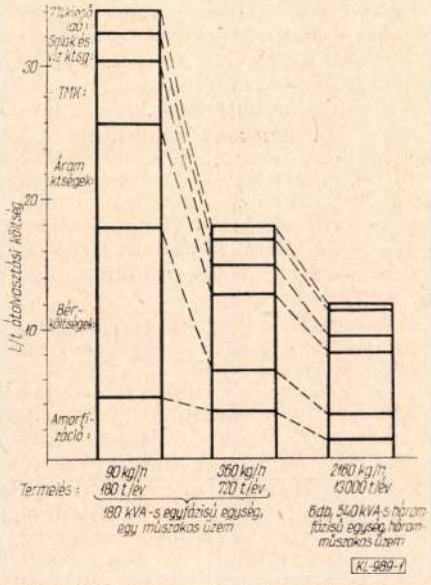
Hozzászólások a „Különleges olvasztási eljárások alkalmazása Magyarországon" ankét előadásaihoz

Szőke László, ig. h. (Vasipari Kutató Intézet):

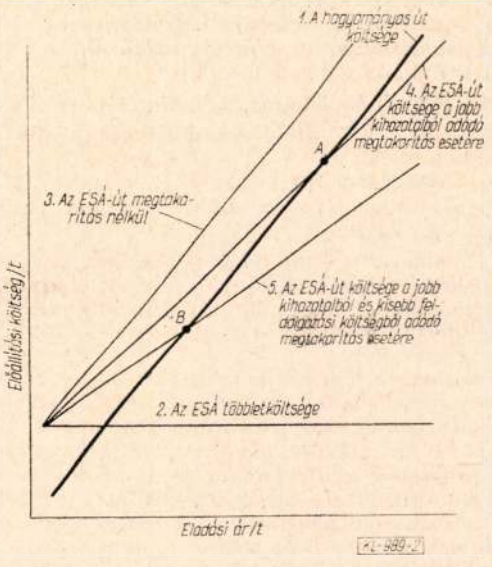
Az ankét elhangzott értékes előadásai igen sokoldalúan mutatták be az acél minőségének javítását célzó átolvasztó eljárások problémakörét. Jelen hozzászólás ezek közül az eljárások közül csupán az elektrosalakos átolvasztással, illetve ennek az eljárásnak néhány gazdaságossági kérdésével kíván röviden foglalkozni; azért csupán az elektrosalakos átolvasztó eljárással, mivel a Vasipari Kutató Intézetben az a meggyőződés kristályosodott ki, hogy az összes acélátolvasztó eljárások közül egyedül ez a technológia az elérhető a hazai anyagi lehetőségek figyelembevételével, ugyanakkor pedig biztosítani lehet vele a hazai feldolgozó ipar jelenleg is meglevő és a következő évtized lappangó, acélminőségre vonatkozó csúcsigényeit is.

Az elektrosalakos átolvasztó eljárást alkalmazó üzemekben realizálható fajlagos átolvasztási költségeket angolszász viszonyokra vonatkozóan az *1. ábra* mutatja be [1].

Az első oszlop 90 kg/h, a második 360 kg/h, míg a harmadik 2160 kg/h olvasztási teljesítményű egységet, illetve üzemet vesz figyelembe. Az első két oszlop egy műszakos, a harmadik pedig három műszakos üzemmenetre jellemző. Az oszlopok tagoltsága az átolvasztási költség-struktúrát érzékelteti, ahol is az egyes oszloprészek rendre a 7%-os kieső idő, a salak és vízköltségek, a karbantartás, az áramköltségek, a bérköltségek és az amortizáció részesedési hányadát mutatják be. Az 1. ábrából nyilvánvaló, hogy a termelékenység növekedésével erősen csökkenő az átolvasztási költség. 10 000 t/év



1. ábra. ESÁ-üzemek átolvasztási költségei (Birlec—Consarc)



2. ábra. Nagyobb nyereség a nagyobb kihozatalból (Duckworth)

kapacitású üzem például 15 *L*/t átolvasztási költséggel számolhat.

Az elektrosalakos átolvasztással kapcsolatban a kihozatal ismert javulása következtében már a kohászati vertikumon belül is jelentkeznek megtakarítások. A hagyományosnál nagyobb kihozatalból adódó nagyobb nyereség hatását a 2. *ábra* érzékelteti [1]. A vastagon kihúzott vonal (1. egyenes) a hagyományos acélgyártásra jellemző fajlagos félgyártmány-eladási ár és az előállítási költség összefüggését mutatja. Az elektrosalakos átolvasztás többletköltséggel jár (2. egyenes). Ha az ESÁ-ut nem hozna megtakarítást, az előállítási költség és az eladási ár a 3. egyenesnek megfelelően alakulna. Mivel azonban jobb kihozatal érhető el az elektrosalakos átolvasztással gyártott tuskó meleg alakításakor, mind a hagyományos metallurgiai út során, a költség-ár összefüggésre már a 4. egyenes jellemző. Ez az „A" pontban metszi a hagyományos út egyenesét. Ennél nagyobb eladási ár mellett az ESÁ-út már gazdaságosabb a kohászati vertikumon belül.

Amennyiben a kihozatal javulásán kívül további feldolgozási költségcsökkenés is beáll, például a tuskó hántolás előtti hőkezelése, a hántolás, a melegalakítást követő hűtés részleges, vagy teljes elhagyása stb. révén, az 5. egyenes érzékelteti az összefüggést. A „B" metszéspont már jelentősen csökkenő előállítási költséget mutat, az eladási ár hasonló csökkenése mellett.

A kohászati vertikumon belüli kihozatal javulásból adódó költségcsökkenést vizsgálva Duckworth egyszerű számítást ajánl azon kritikus tuskó eladási ár meghatározására, amelynél nagyobb tuskó ár mellett az eljárás csak a kohászati vertikumon belüli kihozataljavulást figyelembe véve már gazdaságos. A számítás abból indul ki, hogy a hagyományos tuskó kovácsolási kihozatala 65%, illetve 40%, az ESÁ tuskóé 87%, míg az ESÁ-tuskós ESÁ elektróda súlyarány 98%.

1. táblázat

Kritikus tuskóár, Ft/t különböző átolvasztási költségek mellett

Hagyományos tuskókihozatal %	Átolvasztási költség, Ft/t	Kritikus tuskóár, Ft/t
65	4500	16 800
	3000	12 000
	1800	8 400
40	4500	6 430
	3000	5 150
	1800	2 320

2. táblázat

Két golyóscsapágytípus jellemző adatai hagyományos acélgyártás (HA) és elektrosalakos átolvasztás (ESÁ) alkalmazása esetében, 1000 csapágyra

(Izv, Ak. NAUK., 1967.)

	Csapágytípus		100 704		2 A 104 D	
	Acélgyártási mód		HA	ESÁ	HA	ESÁ
I.	Hengerelt áru termelési költségek	Rbl	10,0	30,0	20,0	40,0
II.	A kopó csapágyalkatrészekhez szükséges hengereltáruk előállításához igényelt vaskohászati beruházás (a fémhulladékok visszanyerésének figyelembevételével)	Rbl	26,0	64,0	40,0	90,0
III.	A kopó csapágyrészek átalakítási költségei	Rbl	190,0	190,0	1940,0	1940,0
IV.	A csapágyiparban szükséges vonatkozó beruházások	Rbl	75,0	75,0	910,0	910,0
V.	Redukált költségek, a 6, 7 éves megtérülés melletti beruházási költségek figyelembevételével (I.+0,15×II.++III.+0,15×IV.)	Rbl	215,0	241,0	2099,0	2130,0
VI.	50%-os élettartam-növekedés figyelembevételével korrigált költségek (V.×1,50)	Rbl	323,0		3148,0	
VII.	A népgazdasági hatékonyság (VI.—V. ESÁ)	Rbl		82,0		1018,0
VIII.	A népgazdasági hatékonyság-nyereség — 1 t hengerelt árura vonatkoztatva	Rbl		549,0		5415,0

A 1 t kovácsolt középtermék hagyományos előállítási költsége=az ESÁ-út költségével. Feltételezzük továbbá, hogy a hagyományosan gyártott tuskó ára egyezik az ESÁ elektróda árával (x Ft/t).

2500,— Ft/t hulladékárat, valamint 4500,— 3000,—es 1800,— Ft/t ESÁ-átolvasztási költséget véve figyelembe [1]:

$1{,}54x-0{,}54\cdot 2500=1{,}02(1{,}15x+1{,}15\cdot 4500-0{,}15\cdot 2500)$

összefüggés mintájára az alábbi kritikus tuskóárak adódnak *(1. táblázat)*.

Az 1. táblázat szerint tehát például az 5100,— Ft/t GO3-tuskóár mellett az ESÁ csak akkor fizetődne ki tisztán a kohászati vertikum kihozatal-javulása alapján, ha a tuskókihozatal 40%-os és az átolvasztási költség max. 3000,— Ft/t volna.

A kohászaton belüli kihozatal-javulás azonban nem lehet az egyetlen kritérium a népgazdasági megtakarítás kiértékelése során. Szovjet adatok alapján a *2. táblázat* mutatja be két golyóscsapágy típusra a hagyományos acélgyártással és az elektrosalakos átolvasztással készített 1000—1000 db csapágyra, illetve 1 t hengerelt acélra vonatkozó népgazdasági hasznot, figyelembe véve a szükséges beruházások terhét a kohászatban és a csapágygyárban, továbbá szerény 50%-os csapágy-élettartam növekedést [2]. Az 549,0 Rbl/t, illetve az 5415,0 Rbl/t népgazdasági haszon igen jelentős.

Fenti néhány adatot ki lehetne még egészíteni azoknak a megtakarításoknak figyelembevételével, melyek akor állnak elő, ha a kovácsoláskor a hagyományos 5 átkovácsolási szám helyett az elegendő 2-vel számolunk, illetve ha egyszerű geometriájú testek esetében — pl. süllyesztéktb. — teljesen elhagyjuk a kovácsolást és öntött állapotban használjuk fel az ESÁ-tuskót. Erre a III. Acélkonferencia (Potsdam, 1971.) szovjet és nyugatnémet előadói szintén kitértek.

Az elmondott szempontok alátámasztják azt a meggyőződést, hogy hazánkban az elektrosalakos átolvasztó eljárás bevezetése célszerű és a feldolgozó ipar növekvő minőségi igényeinek kielégítésére szükséges.

IRODALOM

[1] *Duckworth, W. E. Hoyle, G.:* Electroslag refining. 1969.

[2] Izv. Ak. Nauk., 1967.

*

Móra István (Csepel)

Pár évvel ezelőtt a Freitáli Acélműben való látogatások alkalmával röviden kaptam általános ismertetést a nagytisztaságú acélok előállítására szolgáló berendezésekről, és az elért eredményekről.

Nagytisztaságú acél előállítására különböző olvasztó berendezések állnak rendelkezésünkre, a Freitáli Nemesacélműben. Az új vákuum acélműnek a lényeges berendezése két elektronsugaras, több kamrás olvasztó, 200, ill. 1200 KW max. teljesítménnyel. Ezekben 0,4—12 tonnás tuskók állíthatók elő. Ezenkívül van még egy 200 KW vákuumindukciós kemence, valamint egy ½t-ás elektronsalakos átolvasztó berendezés. A többkamrás elven működő elektronsugár források a jelenleg ismert legnagyobb teljesítményű berendezések. A sugárzó az olvasztó tértől több közbenső kamrával van elválasztva. Az olvasztótérben a gázkitörések hatására fellépő 10^{-2} Torr értékű nyomásnövekedést nem okoz, átütést a sugárforrásban.

Gáztalanítás: A vákuumban átolvasztott acélnak igen előnyös tulajdonsága a csökkentett gáztartalom. Az elektronsugaras kemencében a karbon erős dezoxidálós hatására az oxigéntartalom kb. 70%-kal a nitrogén 30 — 50%-kal csökken a hidrogéntartalom 1 NML/100 g. Az elektronsugaras olvasztás ezen a téren az elektronsalakos eljárást lényegesen felülmúlja. *Mikroszkopikus tisztasági fok.* Az átolvasztáskor az oxigéntartalom csökkenésének megfelelően jelentős javulás érhető el a mikroszkopikus tisztaság terén. Az egyaránt vonatkozik a zárványok méreteire, valamint a nemfémes zárványok abszolút mennyiségére is. Kísérletek alapján megállapítást nyert, hogy a vizsgált elektronsugaras próbáknak mintegy 90%-a és az elektronsalakos próbáknak mintegy 80%-a a Diergarten-skála 1 fokozatának megfelelő értéket adott. Ez érvényes mind az oxidokra, mind a szulfidokra.

Elgőzölgési folyamatok: A növekvő hőmérséklet a fémek gőznyomását növeli, a kisebb külsőnyomás viszont csökkenti a fémek forráspontját. Ezért a vákuum olvasztásnál az elgőzölgés következtében fémveszteséggel kell számolni. A kisebb nyomásnál (10—3 torr) nemkívánatos kísérő elemek pl. az ólom, bizmut, antimon az ón jelentős csökkenése mellett az ötvöző elemek is elsődlegesen mangán- és a krómtartalom is csökken. Ezért átolvasztáskor számításba kell venni a veszteségeket. Az elektronsugaras kemencében főleg a mangán és a réz, de a kén és a króm is jelentős mértékben elgőzölög. A karbon, a szilícium, a molibdén és a volfram mennyisége a kezdeti értékekhez viszonyítva 6—11%-kal nő az elgőzölgés hatására. A könnyen illanó nyomelemek ólom, bizmut, antimón és ón eltávolítása a minőségi tulajdonságok javulását eredményezik. Salakalatti átolvasztás a vegyi összetételt ugyancsak megváltoztatja, de az összetétel az előírt vegyelemzési határértékek között marad.

Dermedési szövetszerkezet és a dúsulások: A vízzel hűtött kristályosítóban a megszilárduló acél öntött szövetszerkezete jelentősen megváltozik. A javulás a fogyási üregek, a hólyagok, a pólusok és a tengelymenti lazább szövetszerkezet elhaladásában, továbbá nagyobb kémiai homogenitásban nyilvánul meg. Az elektronsugaras kemencében átolvasztott tuskó szövetszerkezete tömörnek nevezhető. A további alakítással igen jó mechanikai tulajdonságot biztosít. Különösen nagyméretű szerszámok esetében

Edzhetőség: Az edzhetőséget több tényező befolyásolja (vegyi összetétel, csíra állapot stb.) Mindezek tulajdonságokat az átolvasztás megváltoztatja. A vákuumban átolvasztott acél edzhetőségét főleg a megváltozott kémiai összetétel határozza meg, míg az edzhetőség rendszerint változatlan marad, az átedződés nagysága kisebb mangántartalom következtében többé-kevésbé csökken. A változás az ötvözetlen, vagy kevésbé ötvözött acélok esetében különösen nagy lehet. Az elektronsalakos eljárással átolvasztott acélok áttetszhetősége nem változik. Néhány különleges karbittartalmú szerszámacélban az elektronsugaras átolvasztás után 1000 °C feletti hőmérsékleten finom ausztenit szövet tapasztalható. Oka feltehetően a megváltozott karbid eloszlásban keresendő.

Megeresztési tulajdonságok: Nagyszámú acél megeresztési tulajdonságát vizsgálták ötvözetlen és ötvözött szerkezeti ötvözetlen szerszámacélok esetében és megállapítást nyert, hogy a megeresztési tulajdonságait az átolvasztást gyakorlatilag alig befolyásolja. Viszont figyelemre méltó ezzel szemben az ötvözött melegszerszám acélok jobb megeresztési ellenállása.

Megmunkálhatóság: A megmunkálhatóság nehezen meghatározható tulajdonságtól és hatástól függ. Általában az a megállapítás a feldolgozó üzemekben, hogy igen jó a forgácsoló szerszámok tartóssága. Erre az acél tisztaságának van nagy hatása. A nagytisztaságú acélok alkalmazásával a szerszámköltségeket is lényegesen csökkenteni lehet.

Külföldi tapasztalatok alapján feltétlenül szükségesnek tartom hazai viszonylatban is egy elektrosalakos olvasztóberendezés létesítését, melynek üzemszerű alkalmazása véleményem szerint, biztosítani fogja a nagy teljesítményű szerszámacélok egyre növekvő igényét.

Kristályosodás fémolvadékban

Dr. KÁLDOR MIHÁLY — Dr. TEMESI ZOLTÁNNÉ
okl. kohómérnök, egyetemi tanár okl. kohómérnök, egyetemi tanársegéd
Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

DK: 548.5 : 548.2 : 669.046.55

A kristályok fejlődésére ható két tényező: a felület entalpiája és entrópiája. Erősen hat a hőelvonás irányított volta, valamint a kristályok és az őket körülvevő olvadék koncentrációjának különbsége. A dendritek növekedési sebességének meghatározása. A koncentráció változás három alternatívája. Gyakorlati alkalmazás a fémek tisztítása, raffinálása során: zónaolvasztás.

Mint ismeretes [1], túlhűtés hatására a fémolvadékban először metastabilis atomcsoportosulások, embriók jönnek létre, majd azok, amelyek elérve a kritikus méretet, csírává válnak, kristályokká fejlődnek.

A kristályok fejlődésére, növekedésére, ha az olvadékban vagy oldatban megy végbe s — első közelítésként — a környezet hatásától eltekintünk, két tényező hat. E két tényező a felület entalpiája és entrópiája.

A növekedésben levő kristály felületéhez a szabad entalpiának egy meghatározott értéke

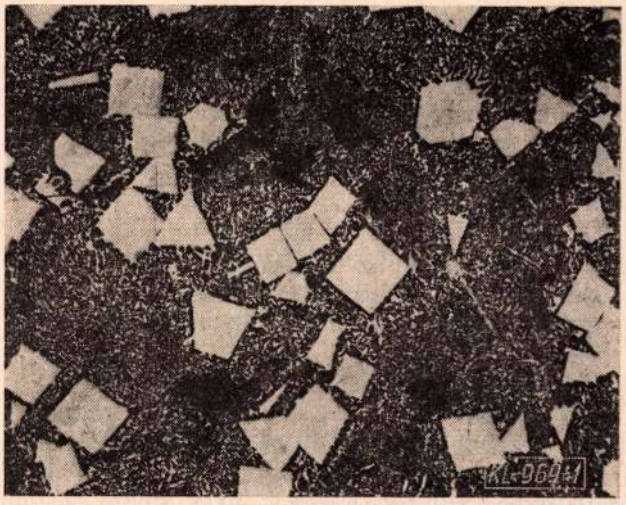
$$G_f = H_f - TS_f$$

tartozik, ahol H_f a felületi entalpia, számszerűleg a felületi feszültséggel azonos, S_f pedig a felület entrópiája. A felületi szabad entalpia meghatározott, — egyben minimális — értéke a felületi entalpia csökkenésének és a felületi entropia növekedésének kompromisszumaként alakul ki. Megmutatkozik tehát az a törekvés, hogy a felületek lehetőleg atomosan simává fejlődjenek, azaz síkok eltolódásával menjen végbe a növekedés. Másrészt a felület rendezetlensége növeli annak entropiáját, ha tehát az adott anyagban a kristályosodás hőmérsékletén az entropia tag a meghatározó, akkor a növekedés egyenlőtlen, s sok töréssel rendelkező felület alakul ki.

A hipoeutektikus bizmut-ón ötvözet csiszolatán, mikroszkópon jól megfigyelhetők a priméren kristályosodott, kockaalakú bizmut kristályok négyzet vagy a kocka más síkmetszetei formájában. A bizmut kristályosodását tehát ebben az esetben a felületi entalpia irányította *(1. ábra)*.

A whiskerek (sörtekristályok) fejlődésében a felületi entalpia szerepe háttérbe szorul, a kristály a tengelyeként szereplő csavardiszlokáció terraszos növekedésével fejlődik, a felület nem simul ki.

Az olvadékban megjelenő csírákból fejlődő kristályok alakját azonban a felület entalpiája vagy entropiája csak növekedésük közben befolyásolhatja. Ha a kristályok egymással érintkezésbe kerülnek, az érintkezés helyén a növekedés mindenképpen megáll, s az olvadék szabálytalan felületekkel határolt kristályokká, krisztallitokká dermed. Másrészt *a felület entalpiája vagy entropiája helyett* is, az esetek többségében — mint látni fogjuk — *erősebben hat a fejlődő kristályok alakjára a hőelvonás irányított volta és a kristályok, valamint az őket körülvevő olvadék koncentrációjának különbsége.*



1. ábra. Primer Bi-kristályok és ón-bizmut eutektikum. N: 100-szoros

Hőmérsékletkülönbség irányította kristályosodás (színfémek kristályosodása)

A kokillába, vagy formába öntött színfémolvadék hőtartalmát a kokillának, formának kell elvezetnie. A kristályosodás egy meghatározott Δt időszakában a kristályosodás frontja Δx mértékben halad előre. Ez alatt az idő alatt a már megszilárdult kéregnek kell elvezetnie azt a hőmennyiséget, amely a kristályosodott anyag mennyiségének megfelelő olvadási hőből ($-Q$), és az olvadék hőtartalmának csökkenéséből tevődik össze *(2. ábra)*.

Matematikailag egységnyi felületre vonatkoztatva

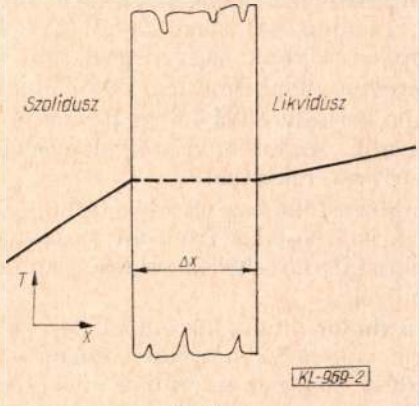
$$k_s\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_s \cdot \Delta t = \Delta x \cdot Q + k_L\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_L \cdot \Delta t$$

amely kifejezésben

k_s és k_L a szolidusz és a likvidusz fázisok hővezető képessége

T a pillanatnyi hőmérséklet, és

Q a térfogategységnyi anyag kristályosodási hője.



2. ábra

Az öntést közvetlenül követően a meleg, olvadáspontjával jóval túlhevített olvadék — még ha az előmelegített is — viszonylag hideg kokillával, formával érintkezik. Az olvadéknak a fallal érintkező rétege erősen hűl, a fal pedig melegszik, s így a *3a ábra* felső részén bemutatott hőmérséklet-eloszlás alakul ki. Az ábra középső része a hőmérséklet eloszlását izotermákkal szemlélteti.

Ha a kristályosodás frontján ekkor valami okból, például a kristálytani orientációk eredményeképp egy helyen a környezetéhez képest előrehaladás jelentkezik, az a közvetlen környezetben az izotermákban is megmutatkozik, míg távolabb hatása elenyészik.

A dudor helyén a hőmérsékleti gradiens, mely fordítva arányos az izotermák egymástól vett távolságával, a környezethez képest megváltozik, a szilárd fázisban lecsökken, az olvadékban pedig megnő.

A fenti, hőelvezetést kifejező egyenlet baloldala tehát csökken, jobb oldalának második tagja nő, az egyenlet tehát csak úgy maradhat meg, ha jobb oldalának első tagja (tehát a Δx) csökken. A kristályosodási fronton létrejött ilyen dudor helyén tehát a kristályosodás lelassul, a front kiegyenlítetten halad előre.

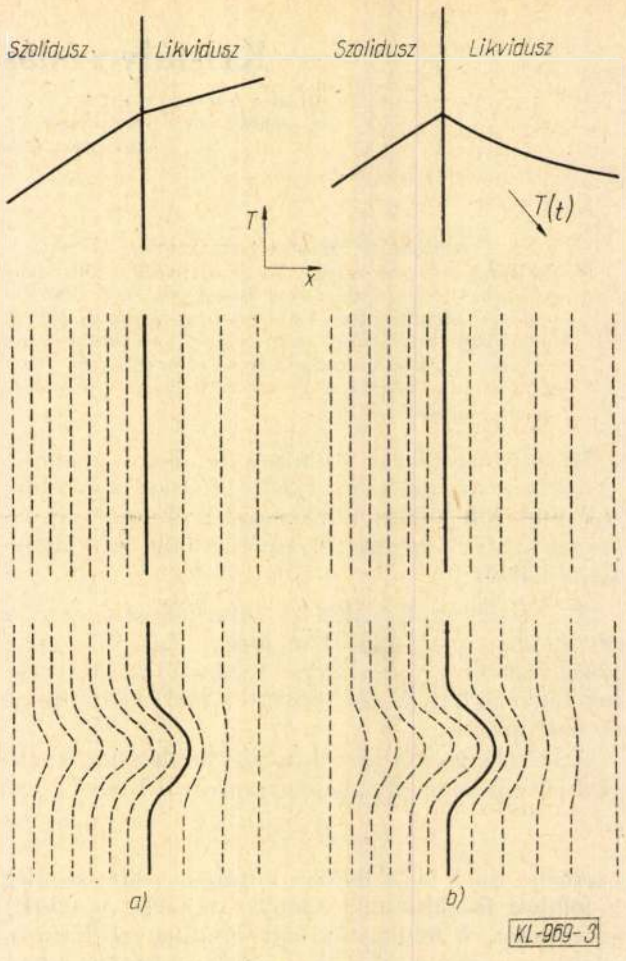
A szilárd és az olvadék fázis határán azonban a kristályosodási hő hatására helyileg felmelegedhet mind a két fázis. Az érintkezés közvetlen környezetében így nagyobb mind a szilárd, mind az olvadék fázis hőmérséklete mint a határtól kissé távolabb. Így alakulhat ki a *3b ábra* felső részén mutatott hőmérsékleti eloszlás. (Az idő függvényében az olvadékban a hőmérséklet változásának jellegét a $T(t)$ nyíl jelzi.) Matematikailag ez azt jelenti, hogy a hőelvonás egyenletének jobb oldalán a második tagban a hőmérsékleti gradiens negatívvá válik.

Ha a kristályosodás frontján valamilyen okból egy kiemelkedő dudor jön létre, ott a környezethez képest kisebb a szilárd fázisban a hőmérsékleti gradiens (egyben a hőelvonás egyenletének baloldala).

Ugyanakkor azonban az olvadékban a dudor helyén a negatív hőmérsékleti gradiens abszolút értékben megnő. Az egyenlet ezért csak úgy maradhat érvényes, ha jobboldalának első tagja (tehát Δx) megnő. A dudor helyén tehát, ilyen hőmérséklet-eloszlás esetén a kristályosodás meggyorsul, tűszerűen kristályok növekednek be az olvadékba, oszlopos (kolumnáris) zóna alakul ki *(4. ábra)*. Az oszlop-kristálynak nagyon gyakran, főleg ötvözet esetében, oldal irányban is fejlődnek karjai, a kialakuló kristályosodási formát, alakot dendritnek nevezzük. Az oszlopkristály lényegében elfajult dendritnek tekinthető.

Amennyiben tehát az olvadék túlhűlt állapotba kerül, a kristályosodás frontján kialakuló dudor helyén a kristály növekedési sebességét a hőelvonás tovább növeli.

Maga a dudor annak köszönheti legtöbbször létét, hogy valamelyik kristály éppen olyan elhelyezkedésű, hogy az az iránya, amelyben a leggyorsabban képes növekedni, a hőmérsékleti gradiens legnagyobb értékének irányába (legtöbbször radiális irányban) helyezkedik el.



3. ábra

A kocka ráccsal rendelkező kristályoknál ez az irány az ⟨100⟩, a térben középpontos tetragonális ónnál az ⟨110⟩, a hexagonális rácsú fémeknél pedig az $\langle 10\bar{1}0 \rangle$ irányrendszer valamelyik tagja.

A kristály növekvő felületének görbülete egyébként nagyobb kell legyen a kritikus csíra adott hőmérsékletre vonatkozó sugaránál (r^*). A csíraképződés során említett Gibbs—Thomson egyen-

4. ábra. Igen tiszta, elektronsugaras kemencében olvasztott réz-tuskó makroszövete. (Nagyítás kb. 1: 1) Sósavas $FeCl_3$

let [1] alapján ugyanis a likvidusz és a szolidusz fázisok szabad entalpiája, ha ezek a fázisok r^* sugarú görbülettel rendelkező felület mentén érintkeznek egymással, a

$$G_L = G_S(r^*) = G_S + \frac{2\gamma_{SL}}{r^*}$$

egyenletnek megfelelő. A kristályosodás szükséges a

$$G_S(r^*) < G_L$$

feltétel teljesülése.

$$\text{Ha } G_S(r^*) = G_L,$$

a kristályosodási front megáll, ha pedig

$$G_S(r^*) > G_L,$$

olvadás indul meg.

A dendrit növekedési sebessége a sugár függvényében a fenti megoldás alapján meg is határozható.

Egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy $k_S = 0$, azaz a hő a növekvő dendritág előtt teljesen az olvadék irányába távozik.

A hővezetés fenti egyenlete alapján

$$\Delta x \cdot Q + k_L \left(\frac{\partial T}{\partial x_L} \right) \cdot \Delta t = 0,$$

és infinitezimális értékekre áttérve, s dt-vel osztva

$$v = \frac{dx}{dt} = -\frac{k_L}{Q} (\Delta T)_n,$$

ahol n irányt kifejező egységvektor, és

$$\Delta = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$$

A sebesség fenti kifejezésében a hőmérsékleti gradiens értékét jó közelítéssel egyenesen arányosnak vehetjük azzal a hőmérsékleti különbséggel, amely kialakul a növekvő kristály felülete (T_i) és az olvadék (T_∞) között, továbbá fordítottan arányosnak a görbületi sugárral (r).

Azaz

$$v = +\frac{k_L}{Q} \alpha \frac{T_i - T_\infty}{r}$$

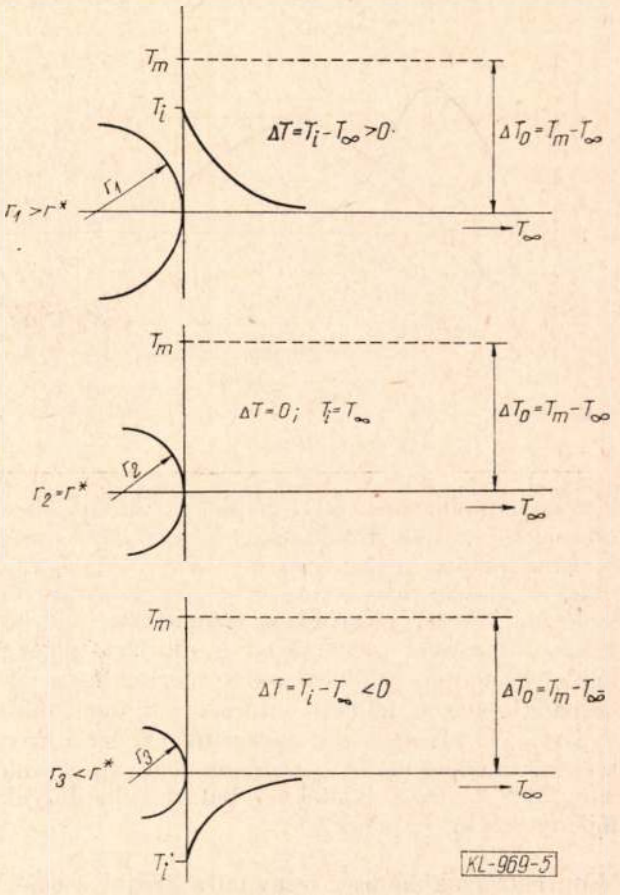
ahol α arányossági tényező, értékét egységnek lehet venni.

Annak érdekében, hogy a képlet a kritikus csíra méretét is figyelembe vegye, azt az előzőek során vázolt tényt, hogy a kritikus csíra méretének megfelelő sugárral rendelkező felület kristályosodás megáll, nagyobb görbületű tud csupán fejlődni, míg kisebb görbület estén az olvadt állapotba való visszatérés indul meg, vezessük be a

$$\frac{T_i - T_\infty}{T_m - T_\infty} = \frac{\Delta T}{\Delta T_0} = 1 - \frac{r^*}{r}$$

függvényt *(5. ábra)*. (Ahol T_m az ideális olvadáspont értéke.)

A függvény kifejezi, hogy ha a növekvő felület görbülete éppen a kritikus csíráé, akkor nincs hőáramlás az egymással érintkező olvadék és kristályos fázis között, r végtelenül nagy értékénél pedig T_i-nek a T_m-hez kell tartania. Ha viszont r kisebb, mint a kritikus sugár értéke, a kifejezés jobb oldala negatív, azaz az olvadék a kristályos fázist melegíti, az olvadás folyamata megindul.



5. ábra

A sebesség képlete ennek figyelembevételével a

$$v = +\alpha \frac{k_L}{Q} \frac{\Delta T}{r} = +\alpha \frac{k_L}{Q} \frac{\Delta T_0}{r} \left(1 - \frac{r^*}{r} \right)$$

alakot ölti.

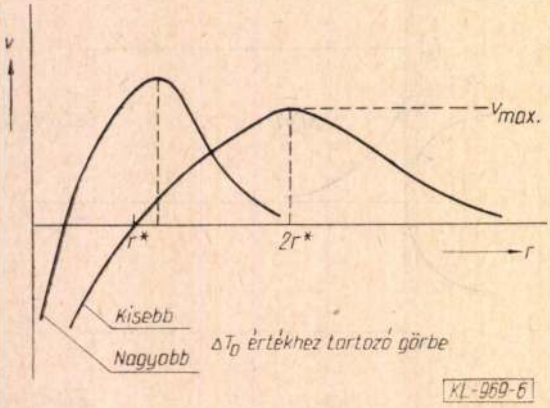
Bár számszerűleg a kapott kifejezés aligha értékelhető, kvalitative sok támpontot ad a kristály növekedésének megítéléséhez.

A sebesség r kritikus értékénél zérus, annál kisebb értékeknél negatív *(6. ábra)*. Ha r igen nagy, a sebesség ismét zérus érték felé tart. A függvénynek pozitív szélső értéke, maximuma van r-nek $2r^*$-gal egyenlő értékénél.

A túlhűlés (ΔT_0) értéke ugyancsak hat a sebességre, nagyobb túlhűlés ugyanis csökkenti a kritikus sugár értékét és növeli a maximális sebesség értékét (*6. ábra* baloldali görbéje).

Nyilvánvaló, hogy egy kristály növekedésekor a természet az összes lehetőségeket, vagy nagyon sokfélét kipróbál, azonban az a görbületi sugárral rendelkező hely, melynek sugara kétszerese a kritikusnak, minden más helyen a növekedést elnyomja.

A kristály növekedési sebessége tehát, — mint láttuk — ott maximális, ahol a görbület a kritikus csíra sugarának másfélszerese. Ezzel kapcsolatban utalunk arra, hogy a kritikus csíra méretének meghatározása során (lásd előző cikk [1] 3. ábrája) felírt függvény az r abszcisszatengelyt a kritikus csíra sugarának másfélszeres értékénél metszette *(7. ábra)*, más szóval a görbületi sugárnak ennél az értékénél a felszabaduló kristályosodási (latens)



6. ábra

hőt éppen elfogyasztja a felület kialakulásához szükséges entalpia. Ennél nagyobb görbületi sugár kialakulása már melegíti az olvadékot. A kristály tehát általában nem törekszik a gömbszerű növekedésre, $2r^*$-nál nagyobbra növekedése sok hő felszabadulásával járna. Kedvezőbb $2r^*$ sugarú felületek mentén való növekedés, mert ekkor a felszabaduló hőt a felületi entalpia majdnem elfogyasztja, az olvadék alig melegedik. Ezért a kristály növekedése során a rendszer arra törekszik, hogy $2r^*$ sugarú felületekkel határolt kristályok fejlődjenek ki *(8. ábra)*.

Koncentrációkülönbség irányította kristályosodás (Szilárd oldatok kristályosodása)

Szilárd oldatok kristályosodása során a koncentráció változásait illetően három alternatíva képzelhető el.

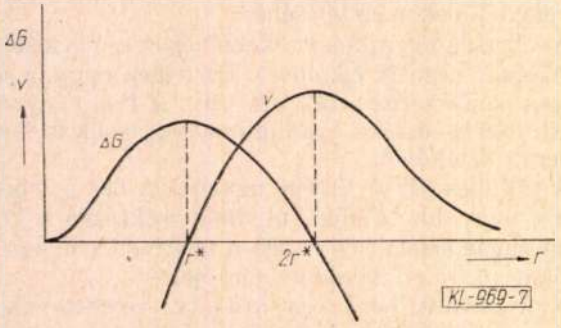
a) Mind az olvadékban, mind a kristályos fázisban, a végtelenül gyors diffúzió eredményeképp a mindenkori hőmérsékletnek megfelelő a koncentráció. C összetételű olvadékból C_{S1} összetételű csírák, majd krisztallitok válnak ki a megfelelő hőmérsékleten. A továbbiak során mind az olvadék fázis a likvidusz vonal mentén, mind a szilárd fázis a szolidusz vonal mentén koncentrációját a hőmérsékletnek megfelelően változtatja *(9. ábra)*. A rendszer a dermedés során mindig egyensúlyi állapotban van.

b) A diffúzió az olvadékban végtelenül gyors, a koncentráció kiegyenlítődését biztosítja, a szilárd fázisban a kristályosodás során koncentrációkülönbség alakul ki. A kristályosodás ismét C_{S1} összetételű csírák keletkezésével indul meg, a krisztallitok növekedése során az egyensúlyi koncentrációjú olvadékból mindig az egyensúlyi koncentrációnak megfelelő összetételű szilárd fázis válik ki, egy közbenső hőmérsékleten tehát például a C_{L2} összetételű olvadékból C_{S2} összetételű kristályos réteg válik le a krisztallitokra, azok átlagos összetétele azonban elmarad, a most kiváló és a kezdetben kivált kristályos fázis koncentrációja közé esik (C'_{S2}). A $C_{L2}-C'_{S2}$ konóda világosan mutatja, hogy az egyensúlyihoz képest az olvadékfázis mennyisége nagyobb, és a kristályosodás az egyensúlyihoz képest kisebb hőmérsékleten fejeződik be.

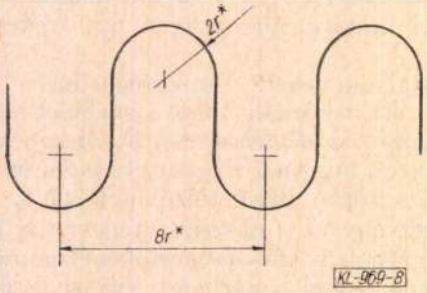
c) A gyakorlatban leginkább az a változat fordul elő, melynél a koncentráció kiegyenlítődése az olvadék fázisban sokkal gyorsabb ugyan, mint a szilárd fázisban, azonban vontatottan halad előre.

A kristály felületének alakulását ezekben az esetekben a koncentráció-különbség irányítja. A viszonyok legáttekinthetőbben a harmadik változat alapján értelmezhetők. Ha valamilyen C_0 összetételű szilárd oldat olvadéka hirtelen T_0 hőmérsékletre hűl, benne megindul a kristályosodás *(10a ábra)*.

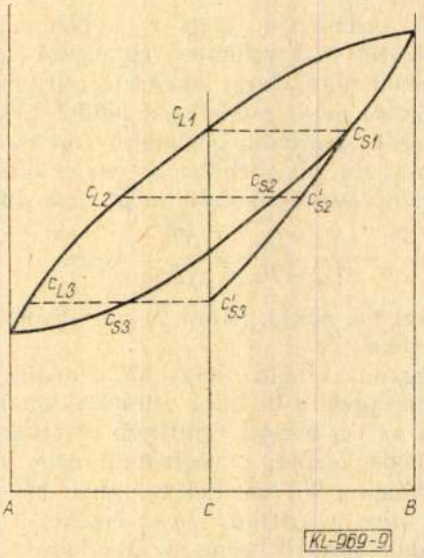
Míg a kristályosodási fronttól távolabb az olvadék összetétele az eredeti C_0-nak megfelelő, a front közvetlen környezetében mind a szilárd, mind az olvadék fázis összetétele az egyensúlyi diagram vonala T_0 hőmérséklethez tartozó két pontjának (C_S és C_L) felel meg *(10b) ábra)*.



7. ábra



8. ábra



9. ábra

Az összetétel ilyetén alakulása természetesen a növekedést megállítja, a C_L összetételű olvadék az adott hőmérsékleten ugyanis stabilis. A növekedés csak olyan mértékben haladhat tovább, amilyen mértékben a diffúzió a front előtt az olvadékból az oldott elem atomjait elszállítja. A sebességet tehát az oldott elemnek az olvadékban való diffúziója irányítja.

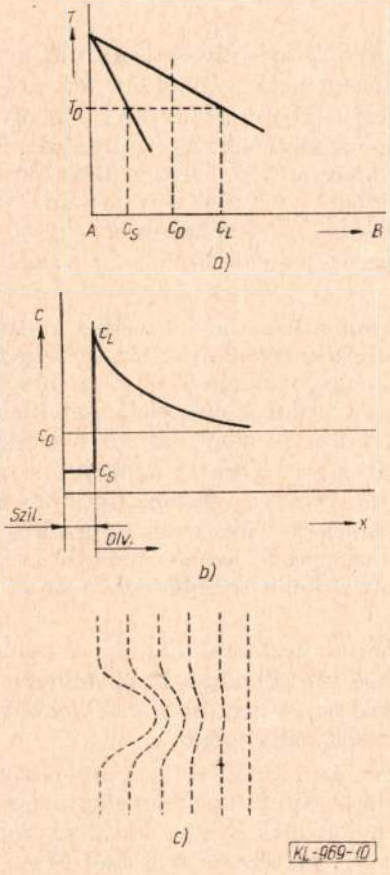
A kristályosodási front sebességének a színfémek kristályosodására vonatkozó kifejezésében tehát a hőmérsékleti gradiens helyére a koncentráció gradiense, a hővezetési együttható helyére pedig az oldott elemnek az olvadékban való diffúziós együtthatója (D_L) lép. A kristályosodási hő helyett lényegében sokkal erősebben csökkenti a kristályosodás sebességét az a koncentrációkülönbség, amely az adott hőmérsékleten egyensúly esetén az olvadék és a szilárd fázis között kialakul, tehát a front haladási sebessége:

$$v \approx -\frac{D_L}{C_L - C_S} (\nabla C)_n$$

alakban fejezhető ki.

Ha valamilyen hatás következtében a kristályosodási fronton dudor keletkezik, annak környezetében az izokoncentrációs vonalak sűrűsödnek *(10c ábra)*, a gradiens abszolút értéke s ezzel a sebesség megnő.

Dudor keletkezhet a kristályosodási frontnak azon a részén, ahol a kristály azzal az irányával, amelyikben a legnagyobb sebességgel tud növekedni, a frontra merőlegesen helyezkedik el. Dudor keletkezhet a szabadon fejlődő kristálynak azon a részén is, amelyik a legnagyobb növekedési sebességgel rendelkező kristálytani irányba esik.



10. ábra

A színfémek kristályosodása során — mint láttuk — az irányító szerepet a hőmérsékleti gradiens töltötte be. A hőmérsékleti gradiens a legintenzívebb hőelvonás irányában, legtöbbször a tuskó radiális irányában a legnagyobb, oldalsó irányokban rendszerint sokkal kisebb. Így színfémek kristályosodásakor a dendritek helyett legtöbbször csak azok elfajulásaként oszlop kristályok fejlődnek.

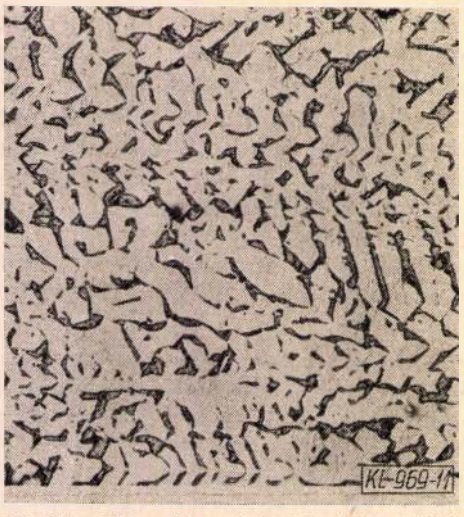
Szilárd oldatok kristályainak fejlődésekor az irányító szerepet a koncentráció gradiense veszi át, mert a hőmérséklet diffúziós együtthatója, az úgynevezett hőmérséklet vezetési együttható 10^4-szer akkora, mint az oldott elemnek az olvadékban való diffúziójára jellemző együttható. A dendritek tehát általában radiális irányban nőnek legnagyobbra, ebben az irányban a növekedés akadálytalan, másrészt — bár hatásában ez nagyon alárendelt — egyesül a hőmérsékleti gradiens és a koncentráció gradiens hatása. Oldalirányban a hőmérséklet gradiens jelentéktelen értékű, szilárd oldatok kristályainak növekedésekor azonban a koncentráció növekedése oldalsó irányokban mindig bekövetkezik. Ezért ebben az esetben a kristály oldala irányában is fejlődnek karok, legtöbbször természetesen kisebbek, de mindenképpen szép, dendrites formátumú krisztallitok alakulnak ki, s fejlődnek mindaddig, míg a közöttük levő érintkezés azt megakadályozza.

A kristályok oldalsó felületén meginduló növekedés a legváltozatosabb görbületű felületeket hozhatja létre, a természet nyilvánvalóan az összes lehetőségeket kipróbálja. Legnagyobb értékét a növekedés sebessége azonban ott veszi fel, ahol a görbületi sugár a kritikus érték kétszeresét éri el. Ezért az egymással párhuzamosan növekvő karok tengelyei egymástól a kritikus sugár mértékének nyolcszoros távolságában fejlődnek *(8. ábra)*.

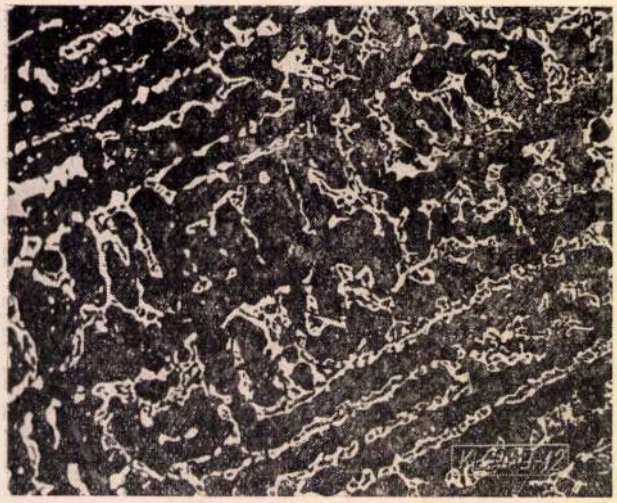
Az oldott elemnek az olvadékban való lassú diffúziója következtében csekély, nagyságrendben 0,001%-nyi mennyiségű oldott szennyező elem elég a dendrites forma kialakulásához.

Dendritesen kristályosodik ezért priméren a kevés ónt tartalmazó bizmut-ón olvadékból a bizmut is, bár a dendrit-ágak felépítésében a poliéderes jelleg is kidomborodik, a bizmut kristályosodásában tehát a felületi entalpia is szerephez jutott *(11. ábra)*.

Az ón az ón-bizmut ötvözetből priméren mindig dendritesen kristályosodik *(12. ábra)*, míg a bizmut poliéderesen is képes priméren kristályosodni (1. ábra). E különbségbe kétségkívül az is belejátszott, hogy a kristályos ón jelentős mennyiségben oldja a bizmutot, míg utóbbi kristálya az ónt gyakorlatilag nagyon kis mértékben oldhatja *(13. ábra)*. A fejlődő ónkristály előtt az olvadékban levő bizmut atomoknak mindkét fázisban van lehetőségük elhelyezkedni, mindkét fázis az egyensúlyi koncentráció felvételére törekszik. A fejlődő ónkristály tehát szinte „vonzza" a bizmut-atomokat, míg a priméren kristályosodó bizmut hajtja az olvadékban maga előtt az ón-atomokat.



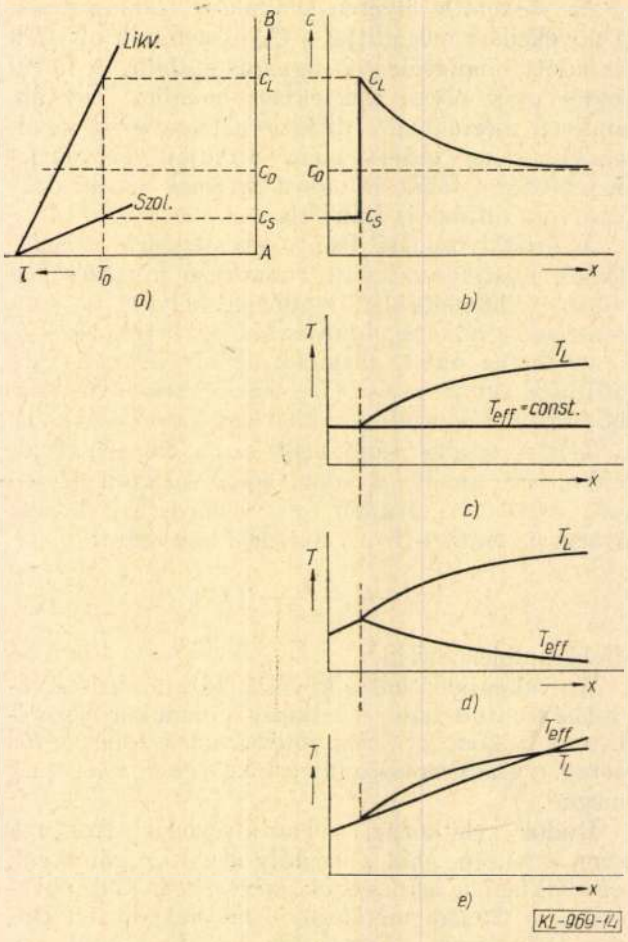
11. ábra. Nagy bizmut-tartalmú olvadékból kristályosodott dendritek és ón-bizmut eutektikum. N: 60-szoros



12. ábra. Nagy óntartalmú olvadékból kristályosodott bizmutot oldva tartalmazó öndendritek és ón-bizmut eutektikum. N: 540-szeres

Az oldott szennyező elemnek a kristályosodási front előtti dúsulása az olvadék túlhűlését, az úgynevezett konstitucionális vagy szerkezeti túlhűlést hozza magával *(14. ábra)*.

A 14. ábra legfelső képe *(a)* mutatja a két elem idealizált egyensúlyi diagramját, az adott T_0 hőmérsékleten a C_0 összetételű ötvözetben egymással egyensúlyban levő szilárd és olvadék fázis összetételét. A *b* ábra a kristályosodási front környezetében a koncentráció változását ábrázolja. Ez a koncentráció egyben meghatározza az olvadék likvidusz hőmérsékletének (T_L) változását. Ehhez képest a valóságos hőmérséklet lehet konstans (*c* ábra), kerülhet az olvadék termikusan is túlhűlt állapotba (*d* ábra), vagy lehetséges, hogy a valóságos hőmérséklet az olvadékban nő a hely függvényében (*e* ábra).

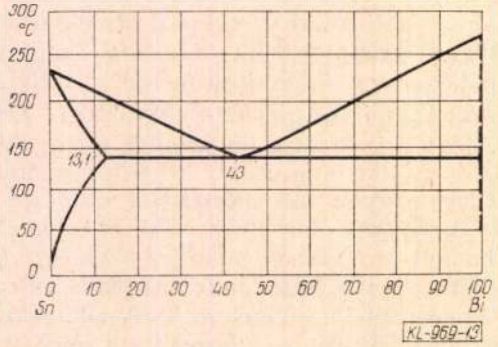


14. ábra

Mindhárom esetben jelentkezik a konstitucionális, vagy szerkezeti túlhűlés. Ha ez terjedelmében, méretében nagy, van lehetőség dendritek kifejlődéséhez (*c* és *d* ábráknak megfelelő esetekben). Ha az olvadék termikusan nem hűlt túl, a szerkezeti túlhűlés korlátozott (*e* ábra), a dendritek nem tudnak kifejlődni, a kristályosodáshoz újabb és újabb csírák megjelenésére van szükség, azokból minden irányban nagyjából azonos méretű krisztallitok, úgynevezett globulitok fejlődnek, a szövet globuláris lesz.

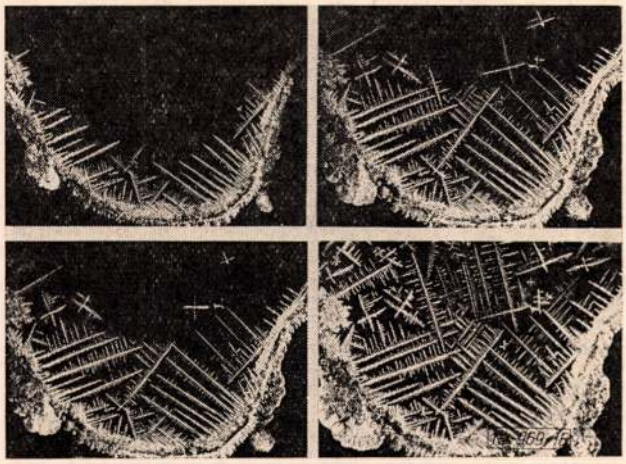
A *15. ábra* kis réztartalmú (3%) alumíniumötvözet dendrites kristályainak képét mutatja 100-szoros nagyításban. A dendritek kifejlődését a rézben dúsuló olvadék irányította.

A koncentráció-különbségnek a dendrites kristályosodást elősegítő hatása figyelhető meg például ammoniumkloridnak vizes oldatából való kristályosodásakor *(16. ábra)*. A hőmérsékleti gradiens ebben az esetben nem játszhatott szerepet.



13. ábra. Sn—Bi ötvözetrendszer egyensúlyi diagramja. (Hansen: Constitution of Binary Alloys nyomán)

15. ábra



16. ábra. (Könye Zoltánné felvétele, Dunai Vasmű)

Zóna—olvasztás

A fémekben jelenlevő, bennük közönséges hőmérsékleten nem oldódó szennyezők, ötvözők általában kohászati módszerekkel, elsősorban elektrolízissel eltávolíthatók.

Legnagyobb problémát általában a fémek tisztítása, raffinálása során azok az elemek okozzák, amelyek szilárd állapotban, így közönséges hőmérsékleten is, oldódnak a raffinálandó fémben.

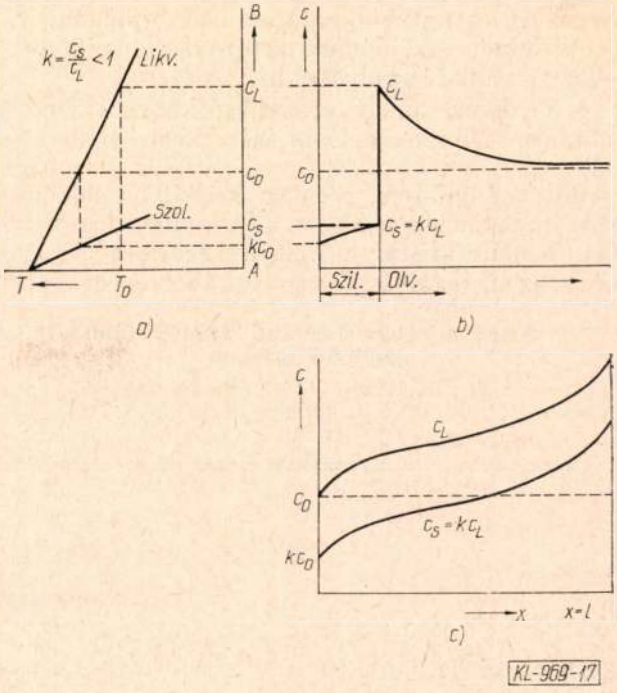
Az ilyen, oldott állapotú szennyezők, ötvözők eltávolítására ad lehetőséget az a koncentráció-különbség, amely meghatározott hőmérsékleten egy ötvözet olvadék és kristályos fázisa között az egyensúlynak megfelelően kialakul.

A raffinálandó színfémek és az eltávolítandó ötvöző, szennyező elemnek binér egyensúlyi diagramjában az egyszerűség kedvéért, mint ez azonban nagyon általánosan szokásos, egyenesek helyettesítik, ábrázolják a valóságos ötvözetrendszerek diagramjának likvidusz és szolidusz görbéit.

Így értelmezhető minden binér egyensúlyi diagram alapján a két elemre vonatkozó, jellemző számérték

$$k = \frac{C_S}{C_L}$$

a két egyenes iránytangensének hányadosa *(17a ábra)*.



17. ábra

A diagramból az is kitűnik, hogy a C_0 összetételű olvadékból a dermedés, kristályosodás megindultával tisztább, $k \cdot C_0$ összetételű szilárd fázis válik ki.

Valamilyen rúdalakú, vízszintesen elhelyezett próbatest átlagosan C_0 összetételben tartalmazzon eltávolítandó szennyező elemet. Ha a rúd köré, annak elejére elhelyezett fűtőtest egy zónát megolvaszt, majd lassan a rúd másik vége felé elindul, az olvadt zónából $k \cdot C_0$ összetételű fázis kristályosodik ki, a szennyező elem másik része, $(1-k)C_0$ mennyisége az olvadt fázisban gyűlik össze.

Amint az olvasztó berendezés a rúd mentén tovább halad, az egymás után megolvadt zónákban az előzőekből eredő szennyező mennyisége nő, a zóna dermedésekor azonban belőle mindig kevesebb szennyezőt tartalmazó kristályos fázis válik ki.

A *17b ábra* mutatja az eredetileg átlagosan C_0 koncentrációban szennyezőt tartalmazó rúdban a koncentráció eloszlását a szilárd és olvadt zóna határán, a két fázis a megfelelő C_L és $C_S = k \cdot C_L$ koncentrációkkal van egymással egyensúlyban.

A zóna-olvasztó berendezés mozgása hatására a szennyező elem a rúd vége felé fokozatosan dúsul, a *17c ábra* mutatja a dúsulás eredményeképpen a mindenkori likvidusz fázis összetételét (C_L), amelyből azonban mindig $C_S = k \cdot C_L$ összetételű szilárd fázis jött létre.

A zónaolvasztás egyszeri ismétlésével $k^2 C_L$ összetételűvé válik a rúd eleje.

A rúd a zónázás többszöri ismétlésével egyre tisztább és tisztább állapotba jut.

A tisztítás annál hatásosabb, minél kisebb egyhez képest k értéke, azaz minél távolabb halad egymástól a diagram likvidusz és szolidusz görbéje.

Nehezíti a műveletet, hogy a rúd mentén dúsuló szennyező elem csökkenti a likvidusz hőmérséklet helyi értékét. Így az olvasztás hőmérsékletének, azaz a zóna hőmérsékletének csökkentése is szüksé-

ges, mert legtisztább kristályos fázis a pillanatnyilag kialakult összetételhez tartozó likvidusz hőmérsékleten válik ki az olvadékból.

A módszer, amely eredetileg kísérleti jellegű volt, ma a félvezetők előállításában ipari módszerré vált.

Meg kell említeni, hogy egykristályok előállítására is alkalmas a módszer, amennyiben az olvasztás ütemét a kristály növekedési sebességéhez igazítva, az átkristályosodás egy csírából mehet végbe.

A témában jobban elmerülni kívánók számára ajánlható irodalom

[1] *Káldor M.:* Kristályosodási csíra keletkezése fémolvadékban. BKL-Kohászat 1972. 3. sz. 110. old.

[2] *Cahn R. W.:* Physical Metallurgy. North Holland Publishing Co, Amsterdam. 1965.

[3] *Hume—Rothery:* The Structures of Alloys of Iron. Pergamon Press. 1966.

[4] *Eckstein H. J.:* Wärmebehandlung von Stahl VEB Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig. 1969.

[5] *Kumar R.:* Physical Metallurgy of Iron and Steel Asia Publishing House. London. 1968.

[6] *Shewmon P. G.:* Transformation in metals. McGraw-Hill Book Co. 1969.

[7] *Bunyin K. P.—Baranov A. A.:* Metallográfija. Izdatyelsztvo „Metallurgija" Moszkva. 1970.

[8] *Smallman R. E.:* Modern Physical Metallurgy Butterworths. London. 1962.

[9] *Birchenall C. E.:* Physical Metallurgy McGraw-Hill Book Co. New-York, Toronto, London. 1959.

Egyesületi hírek

ELNÖKSÉGI ÜLÉS

Egyesületünk elnöksége július 7-én, a budapesti központban ülést tartott. Az ülést *dr. Dobos György* elnök vezette. Az előző ülés határozatainak megfelelően a napirend megtárgyalására az előzően kiküldött írásbeli anyag alapján került sor.

Az ülés napirendje az alábbi volt:

1. A MTESZ és az OMBKE közgyűlésének határozataiból eredő konkrét egyesületi feladatok meghatározása, összefüggésben a vonatkozó párt- és kormányhatározatok irányelveivel, előadó *dr. Varga Ferenc.*

2. A külföldi kiutazásokkal (tanulmányutakkal) kapcsolatos szabályzat és ügyrend megvitatása és jóváhagyása, előadó *dr. Pőcze László.*

3. Az új Technika Házába történő átköltözködés miatt a könyvtár elhelyezésére és rendelkezésére vonatkozó javaslatok, előadó *Pantó Dénes.*

Az Elnökség az előre kiküldött írásos anyag alapján az előterjesztéseket széles körű vitában tárgyalta meg, kiegészítéseket tett és javasolt, és ennek alapján az egyes napirendi pontokkal kapcsolatban az alábbi határozatok születtek:

1.1 Az Elnökség a hozzászólások és az észrevételek alapján tematika kiegészítést javasol, megbízza a főtitkárt a módosított anyag elkészítésével és a szakosztályok részére történő kiadásával.

1.2 Az előterjesztésben említett *Oktatási Bizottság* és *Alapszabály Bizottság* összetételére vonatkozóan a szeptemberi elnökségi ülés napirendjének keretében kell konkrét javaslatot tenni.

2.1 Az Elnökség az előterjesztett anyagot a III. ponttól irányelvként az eszközölt módosításokkal kiegészítve elfogadja.

2.2 Megbízza a Külügyi Bizottság vezetőjét, hogy a szükséges ügyrendet készítse el és az 1973. évi első elnökségi ülésre jóváhagyásra terjessze be.

3.1 Az Elnökség szükségesnek és indokoltnak tartja az Egyesület *könyvtárának archívum jellegű fenntartását* és megbízza a főtitkárt, a főtitkárhelyettest, valamint a könyvtárost, hogy gondoskodjanak a könyvtár elhelyezéséről, a könyvek tárolásáról és a könyvtár működőképességéről. Az Elnökség megbízza továbbá a könyvtárost a könyvtárral összefüggő 1973. évi költségvetés 1972. november 1-ig történő elkészítésével.

3.2 Az Elnökség szükségesnek tartja a könyv- és folyóiratállomány felülvizsgálatát és indokolt selejtezését. A könyvtáros állítsa össze a selejtezésre javasolt könyvek jegyzékét és azt 30 napos felszólalási határidővel a szakosztályok delegáltjaiból álló bizottság részére, felülvizsgálatra adja át. A könyvtár nagyértékű darabjainak megóvásáról különös gonddal kell intézkedni.

3.3 A könyvtár számára a jövőben elsősorban kézikönyveket és magyar szerzők bányászati, illetve kohászati tárgyú műveit célszerű csak beszerezni. Az egyesületi kiadványok kivétel nélkül két példányban kerüljenek a könyvtár állományába. A könyvtár gyűjtőkörébe tartozó külföldi kiadványok beszerzése nem indokolt.

3.3.1 1973-tól meg kell szüntetni a szakfolyóiratok előfizetését. Az Elnökség kívánatosnak tartja, hogy a könyvtáros és a Lapok főszerkesztői találjanak lehetőséget a nemzetközi és hazai folyóiratcsere kibővítésére. A főszerkesztők minden recenzióra megküldött könyvet kötelesek a könyvtárnak állománybavételre átadni.

3.4 A Kohó- és Gépipari Minisztériummal (illetve a Nehézipari Minisztériummal) kötendő együttműködési szerződésben biztosítani kell, hogy a minisztériumi könyvtárak selejtezése során feleslegessé váló kohászati, illetve bányászati tárgyú könyvek átvételére az Egyesület könyvtára előjogot kapjon.

3.5 A könyvtár elhelyezése utáni rendtartás, felügyelete, ipari hasznosítás, tájékoztatás, meglevő kiadványok értékesítése stb. tárgyában a főtitkár és a könyvtáros az előterjesztésnek, illetve az új helyzetben kialakult lehetőségeknek megfelelően járjon el.

A három napirendi pont megtárgyalása és a határozatok elfogadása után az Elnökség meghallgatta *Szabó Csaba,* az új egyesületi titkár tájékoztatóját a költözködés előkészítésével kapcsolatos tárgyalások eddigi eredményeiről, majd *dr. Dobos György* elnök zárószavaival az elnökségi ülés véget ért.

P — s

ÉRTESÍTÉS

Legközelebbi szakosztályi nagyrendezvényünk:
IV. Országos Hengerész Konferencia szept. 26—28-án Aggteleken.
A konferencia főtémája: a termelékenység növelése, a melegen hengerelt gyártmányok fejlesztése és minőségük javítása. Két témacsoportban hangzanak el előadások:
a) finom- és drótárú hengerlése
b) szélesabronc hengerlése

Felhívjuk olvasóink figyelmét lapunk 3. számának 131. oldalán közölt ez évi nívódíj pályázati felhívásra. Eltérően az előző évektől a pályázatok beküldési határideje: okt. 31.

Beszámoló konferenciáról

Különleges olvasztási eljárások alkalmazása Magyarországon témájú ankét

Márc. 30-án ankétot rendezett a Csepeli Műszaki Klubban a Fémkohászati Szakosztály Csepeli Szervezete. Az előadássorozatot időszerűvé tette, hogy a Csepeli Fémműben és a Vasipari Kutató Intézetben több éve működnek kísérleti méretű különleges olvasztó berendezések. Ezekre vonatkozó több éves kutatási eredményeket és a gyakorlati alkalmazási lehetőségeket ismertették az előadók annak érdekében, hogy a szakemberek figyelmét ráirányítsák azokra az eljárásokra, amelyek világszerte ismertek és nálunk is indokolt lenne bevezetésük.

Az ankéton *Balsay István* OMFB főosztályvezető elnökölt és a bevezető előadást is ő tartotta. Előadásában áttekintést adott a nemesacélgyártás történelmi fejlődéséről. Foglalkozott az acélvákuumozással, valamint a különleges átolvasztó eljárásokkal. Ismertette a különleges eljárások előnyeit és rámutatott az eddig már bevezetett üzemi vákuumozáson felül az új eljárások nagyüzemi bevezetéseinek indokoltságára.

Éles László, a Vasipari Kutató Intézet tud. osztályvezetője előadásában összefoglalta a vákuum indukciós, a vákuum ívfényes és az elektrosalakos eljárásokra vonatkozó alapvető ismereteket és röviden ismertette az eljárásokkal kapcsolatos hazai kutatási eredményeket.

Dr. Hegedűs Zoltán, a Csepeli Kutató Intézet műszaki igazgatója előadásában az elektronsugaras eljárással foglalkozott. A nemzetközi eredmények és a különböző elektronsugaras eljárások ismertetése után előadásában a Csepeli Fémműben eddig elvégzett kutatói és üzemi munkákról is beszámolt.

Lendvai Endre, a Vasipari Kutató Intézet tudományos tanácsadója előadásában a hazai tervezésű és kivitelezésű elektrosalakos átolvasztó berendezéssel nyert kísérleti eredményekről számolt be. Sav- és hőálló, valamint szerszám és gyorsacélok átolvasztási technológiájában elért laboratóriumi eredmények biztatóak és indokolttá teszik az eljárás nagyüzemi bevezetésének és alkalmazásának megvizsgálását. Az erősen ötvözött különböző méretű kohászati késztermékeken kívül az eljárás különösen alkalmas lenne a nagyobb méretű kovácsolt turbina tengelyek, valamint meleg és hideghengerműi munkahengerek gyártására.

Az előadáshoz *Szőke László*, a Vasipari Kutató Intézet igazgatóhelyettese szólt hozzá. Értékelte az elektrosalakos eljárás gazdaságosságát. Az erősen ötvözött és költséges acélminőségek átolvasztása a jobb kihozatal és a gyártási selejt csökkenése révén már a kohászati üzem számára is jelentős megtakarítást eredményezhet nem szólva a lényegesen jobb minőségből fakadó egyéb felhasználói és népgazdasági előnyökről.

Móra István Csepeli Vas- és Fémműből hozzászólását írásban adta meg.

Az ankét résztvevőinek legnagyobb része a Csepeli Vas- és Fémművekből és néhány felhasználói vállalattól jött össze. Hasznos lett volna, ha a szerszámgyártók és a különleges hazai gépgyártó vállalatok szakemberei is résztvettek volna az ankéton, mert főleg az utóbbiak problémáinak megoldásában adna nagy segítséget a hazai viszonyoknak legjobban megfelelő különleges acélgyártási eljárás bevezetése. *(ÉL)*

*

Vaskohászati Szakosztályunk *Kovács Szakcsoportja* máj. 2-án *szakmai tanulmányi kirándulást* rendezett. A 40 résztvevő a Magyar Vagon- és Gépgyár új süllyesztékes kovácsüzemét és korszerű hőkezelő berendezését tanulmányozta. A közúti járműprogram keretében létesült üzemrészek berendezéseit termelés közben szakszerű ismertető kalauzolás keretében tekintették meg a tanulmányút résztvevői. A jólsikerült szakmai kirándulás Egyesületünk győri vagongyári helyi csoportjának kifogástalan rendezését dicséri.

Latinák István

Korszerű anyagvizsgáló berendezések

Új hőmérsékletmérő készülék

Az angliai *Pye Ether* (Stevenage) új hőmérsékletmérésre alkalmas készüléket szerkesztett. Az új digitális készülék a fémolvadékok hőmérsékletét $\pm 0{,}3\%/1$ °C pontossággal méri. Az eredményt számszerűen kijelzi, és feljegyzi. A hagyományos, vas- és nem vasfém olvadékok hőmérsékletének mérésére alkalmas termoelemekhez csatlakoztatható, és 1750 °C hőmérsékletig működik a megadott pontossággal. A készülék alkalmas ezenkívül gázok és folyadékok, például folyékonyüveg- és kerámiamassza hőmérsékletének mérésére is.

A készülék két egységből áll. Egyik rész maga a kijelző egység, másik pedig a vezérlő egység, és az ezt kiegészítő időadó.

A 8530/PP típusú digitális kijelző egységet a termoelem jele vezérli. A csatolt vezérlőegység a termoelem jelleggörbéjének ismeretében kiszámítja a hőmérsékletet, s bár a termofeszültség és a hőmérséklet között nem lineáris az összefüggés, a kijelző egységről az összefüggést már °C-ban olvashatjuk le. A pillanatnyi értékek adott időközönkénti közlése mellett képes „megjegyezni" egy-egy időszak csúcsértékeit is, így egyúttal maximumhőmérőként is alkalmazható.

A hőmérséklet leolvasást négy darab 13 mm magas számkijelző cső teszi lehetővé. Ezenkívül a vezérlőegységen olyan kimenet is van, melyről a mért értéknek megfelelő villamos jelet egyidejűleg egy számítógépbe lehet vezetni, mely esetleges számításokat végezhet az olvasással kapcsolatban. Az adatokat a megfelelő csatolt berendezéssel ki is nyomtathatjuk. Arra is van lehetőség, hogy a mért hőmérsékletnek megfelelő jelet egy másik, a mérés helyétől tetszőleges távolságban elhelyezett kijelző készülékre vezessük.

A jelleggörbe megváltoztatására is van lehetőség. Így a berendezés valamilyen más — ugyancsak villamos jellel követhető — fizikai mennyiség folyamatos mérésére, vagy csúcsértékének megállapítására is alkalmas. Megfelelő érzékelővel lehetővé válik nyomás, súly vagy akár áramfogyasztás értékek mérése.

A berendezéshez tartozó időadó (típusszám: 8569) nagyon pontosan meghatározott időközöket definiál. Ez az időköz változtatható, 4, 8, 16 és 32-es értékekre állíthatók be. Az időadó indítását maga a termoelem végzi. Előre be lehet állítani, hogy a hőmérsékletet 400, 800, 1000 vagy 1200 °C fölött kívánjuk mérni. Ha a hőmérséklet ezt a beállított értéket eléri, a berendezés működésbe lép, s ettől kezdve az időadón beállított értéknek megfelelő időközökben jelzi a hőmérsékletet, vagy a működés időtartamában előforduló hőmérséklet csúcsértéket. (BB)

Werkstoffe und Korrosion, 23. 1972 Nr. 2

*

Új nagyfeszültségű elektronmikroszkóp Japánban

Japánban egyre nagyobb feszültséggel üzemelő elektronmikroszkópokat fejlesztenek ki. A nagyfeszültségű elektronmikroszkópok előnye az, hogy a feszültséggel arányosan mind vastagabb rétegek világíthatók át. A vizsgálat információtartalma szempontjából az átvilá-

gított próbavastagság nagyon fontos tényező, mert megfelelő vastagságú réteg átvilágításával olyan fémfizikai folyamatok is közvetlenül megfigyelhetők, mint pl. az alakítási keményedés, az újrakristályosodás és a diszlokáció sokszorozódás. A Magyarországon is használt, 20—50 kV feszültséggel működő mikroszkópokkal 10—20 μm vastagságú réteg vizsgálható. Ilyen méretek esetén a diszlokációk mozgásuk folyamán rövid idő alatt a felületre kerülnek, ahol megsemmisülnek.

Nagyobb gyorsító feszültséget alkalmazva a vizsgálható réteg vastagsága megnövekszik. Például a Japánban korábban épített 300 kV feszültséggel működő elektronmikroszkóp már 880 μm vastagságú acélréteg vizsgálatára alkalmas.

A *Hitachi* cég mérnökei most olyan átvilágító elektronmikroszkópot építettek, mely 3 MV feszültséggel működik. A feszültséget 11 m magasgenerátor szolgáltatja. Ezzel a mikroszkóppal 3 μm vastagságú saválló acélréteg is átvilágítható. A mikroszkóp feloldóképessége 460 pm. A feszültség növelésével a feloldóképesség és a kontraszt kismértékben csökken ugyan, a vizsgálható réteg vastagságának növekedése azonban egyre több fémfizikai folyamat közvetlen megfigyelését teszi lehetővé. A mikroszkópban a próba hevítése, hűtése és alakítása is elvégezhető. A próba alakítása közben — 100—500 °C hőmérséklettartományban — a feszültség és a nyúlás közti összefüggés közvetlenül felrajzoltatható. Az alakítás és hevítés közben végbemenő folyamatok filmezhetők. A próbatérbe megfelelő gázt vezetve 1000 °C hőmérsékletig vizsgálhatók a fémréteg és a gázfázis közti reakciók.

A kutatók ennél is nagyobb feszültséggel működő mikroszkópokat szándékoznak kifejleszteni. A *Jeol* cég mérnökei jelenleg olyan elektronmikroszkópot építenek, mely 10 MV gyorsítófeszültséggel működik. Ennek feloldóképessége 1—2 μm lesz, és minden eddiginél vastagabb fémréteg vizsgálható vele. (B. B.)

*

Új elektronikus rendszer Istron anyagvizsgáló gépekhez

Az idők folyamán az anyagvizsgáló berendezések fejlesztésének fő célja az volt, hogy a vizsgálat pontosságát növeljék, gyorsaságát fokozzák, és a berendezések több célra is alkalmazhatók legyenek. Az új Instron berendezések olyan termelékenyek, hogy a vizsgálat idejét már szinte csak az szabja meg, hogy a kezelőszemélyzet az eredmények grafikus ábrázolását (ha erre szükség van) mennyi idő alatt tudja elkészíteni. Ez az előny különösen ott érezhető, ahol nagyszámú azonos vizsgálatot kell elvégezni, tehát az idő nagyrésze a szakítódiagram nehézkes kiértékelésére fordítódik. Az adatfeldolgozás eme problémáját csak az Instron 2430 rendszer oldja meg.

A 2430-as rendszer azonnal, a legmodernebb eljárással értékeli az Instron gépek szolgáltatta adatokat. A rendszer építőszekrény elven épül fel, így 12 Instron géphez — akár egyidejűleg is — csatlakoztatható.

A rendszer egy kisméretű folyamatkalkulátorból, valamint a folyamatokat összehangoló és az Instron géphez illesztő egységekből áll. Kezelő szervei olyan billentyűsorból állnak, melyek az utasítások közlésére és adatok kijelzésére egyaránt szolgál. A rendszer hangolt, ezért szükség szerint másféle vizsgálógépekhez, járulékos adatkijelzőkhöz, vagy adott esetben valamilyen adattárolóhoz is csatlakoztatható.

A folyamatkalkulátor a *Digital Equipmen Corporation PDP 11/15* típusú számítógépe. Az alapkivitel, 4096, egyenként 16 bit ki- és bemenő információ megjegyzésére alkalmas tároló. Működésének ciklusideje 1,2 mikrosekundum. Ez az egység is építőszekrény elven épült, így csatlakoztatható hozzá járulékos berendezésként lyukszalagos, vagy mágnesszalagos adattároló.

A kalkulátort az Instronhoz illesztő egységet úgy alakították ki, hogy a fejlesztés során több Instron géphez is használni lehessen. A készüléken levő programozható fokozatkapcsoló lehetővé teszi, hogy az éppen soron következő szakítógép jeleit a digitális átalakító egységgel összekössük. Továbbá analóg jelet szolgáltat, mely vagy a terhelésnek, vagy nyúlásnak felel meg. Az egész skálatartományban a garantált pontosság 1000 digitális egység. Ez lehetővé teszi, hogy a rendszer feloldóképessége 0,1% legyen. Ezek az értékek természetesen a terhelés és a nyúlásskálára egyaránt vonatkoznak.

Ide van beépítve még az a digitális műszer, amelyen a csatolt Instron gépek kézivezérlő-egységei ellenőrizhetők. A gépen ugyanis szintén van egy illesztőegység, mely digitális jelet ad. Másik irányban pedig a gép komputerrel vagy kézivezérléssel működtethető.

Valamennyi Instron gépen van olyan illesztő egység (adatcsatlakozó), mely lehetővé teszi a megfelelő vizsgálógép csatlakoztatását a 2430 rendszerhez. Ez az egység azokat a szükséges jeleket állítja elő, amelyekre a rendszernek a vizsgálógépek vezérléséhez és adatfelvételéhez szüksége van. Így tulajdonképpen kétirányú jelcsere történik a számítógép és az adatcsatlakoztató egység között. A terhelés és nyúlás analógjelei, valamint a munkafolyamat fázisait vezérlő digitális jelek valamennyi Instron gépnél a kézi vezérlő egységben az illesztőegységből a számítógépbe mennek. A számítóegység esetenként digitális jeleket ad a kézi vezérlőegység helyes működésének programszerű és a vizsgálógép működési rendjének ellenőrzésére. Digitális vezérlőjel keletkezik például akkor, ha a vizsgálatot indító billentyűt a kézivezérlésű egységen lenyomjuk. Az analóg jelek 0—IV értékű szint jelek. Az adatközlő egységet a kézivezérlő egységgel összekapcsolva, a vizsgálat vezérelhető. Ezenkívül minden gépen a vizsgálati folyamat a gép kézivezérlő egységén levő kontroll-lámpákkal is ellenőrizhető.

A kijelző billentyűrendszer az egyes vizsgálati eredmények közlésére alkalmas, de statisztikus adatokat is képes szolgáltatni.

Az Instron 2430 rendszer a régebbi vizsgálati időnek 40%-ára csökkenti a vizsgálati időt. A vizsgálatot vezérlő készülék egyetlen nyomógombbal működtethető, a kívánt program szerint. Az adatfeldolgozáshoz nincs szükség külön időre, a diagramok fáradságos értékelése nem szükséges. Ebből az is következik, hogy a kiértékelés nem eredményez hibát. Nagyobb a pontosság és reprodukálhatóság. A vizsgálati eredményeket azonnal a vizsgálat után közli. Bármilyen formában ki tudjuk számítani a mérési eredményeket. Nem kell számolni. Tévedés nem lehetséges. A mérés után azonnal statisztika készíthető.

A 2430 további előnyei: a mérési eredményeket kinyomtatja, vagy billentyűrendszeren közli. A kezelőszemélyzetnek a szükséges számításokat nem is kell ismernie.

Az elektronikus rendszer nagy jelentőségű azokban az anyagvizsgáló egységekben, ahol több Instron anyagvizsgáló gép működik. Ezek összehangolása és vezérlése, valamint a szolgáltatott adatok gyors feldolgozása nagymértékben csökkenti az anyagvizsgálat költségeit. (B. B.)

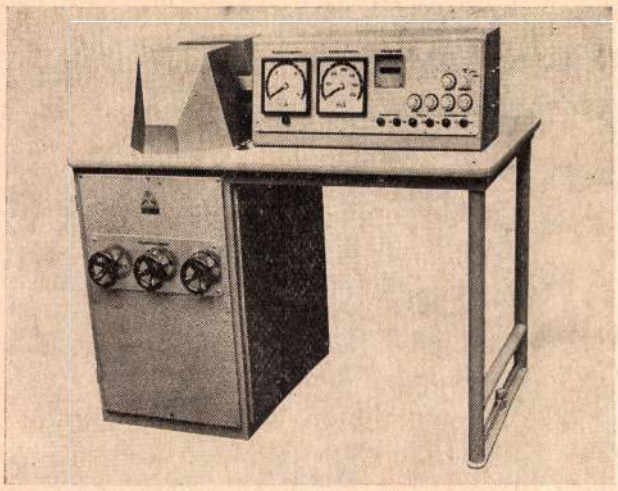
*

Mágneses mérleg vasércfázisok meghatározására

Az ércelőkészítés során fontos részfeladat a különböző vasércfázisok mennyiségének és eloszlásának meghatározása. Az eddig alkalmazott kémiai analízis hosszadalmas volt, és amellett többnyire hibás eredményt is adott. Így például a vasére magnetit tartalmát sok esetben nem lehetett pontosan megállapítani. Az ércelőkészítés módja és eredményessége nagymértékben függ az érc Fe_3O_4 tartalmától.

Az eddig alkalmazott kémiai módszer helyett az NSZK-ban mágneses mérésen alapuló meghatározást dolgoztak ki. A Krupp Gépgyárban tervezett és megépített mágneses mérleg egész sor ércelőkészítő eljárásnál alkalmazható. Felhasználható mágnesező pörkölésnél, sziderikus ércek oxidációs pörkölésénél, vasszivacs előállításánál, a szinter-eljárás ellenőrzésénél stb.

Az asztali készülékként kivitelezett mérleg *(1. ábra)* legfontosabb része egy elektromágnes, különlegesen kialakított sarokkal. A mérleg egyik karja a sarkok közé nyúlik és erre kerül a vizsgálandó ércpróba. Ez körülbelül 500 mg kell legyen, szemcsés — kisebb mint 0,1 mm — vagy darabos állapotú. A mérés előtt a mérleget elektromosan tárázni kell. Az egyensúlyi állapotot homályos üvegen optikailag jelzi. Ezután kezdődik a tulajdonképpeni mérés. Előre beállítják a mágnes mágnesező áramát, majd a próba, ferromágnestartalma szerint,



1. ábra

mágnesesen telítődik. Ezáltal a sarkok között erőhatás keletkezik, mely a mérleg karját, a próba érctartalma szerint, az egyensúlyi állapotból kibillenti. Most — mint az előbb a tárázásnál — a kompenzációs áram szabályozásával helyre állítják az egyensúlyi állapotot. Az áram mA-ben megadott értéke szerint — a mérleghez tartozó értékelő görbékből — a próba ferromágneses tartalma leolvasható.

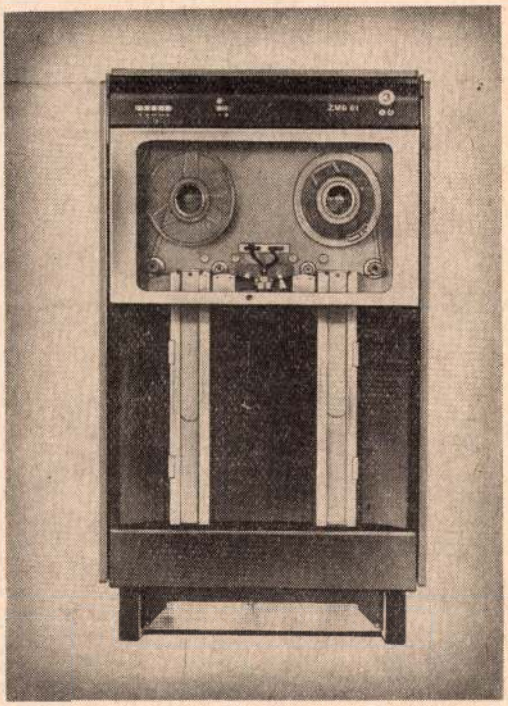
A mérleget segédszemélyzet is kezelheti. A mérés költsége — mivel a mérés rövid ideig tart és csak kismennyiségű érc kell hozzá — igen csekély, ami a kémiai analízis költségének gyakran csak az $^1/_{10}$-ét teszi ki. A pontosság és a mérési eredmények ismételhetősége $\pm 0{,}3\%$, ami jobb, mint a kémiai analízis pontossága. Még ott is, ahol a Davis-cső próba az érc erős magnetitátszövődése miatt pontatlan értékeket ad, a mágnesmérleg pontos eredményeket mutat. Ha valamely próbának két mágneses fázisa van, például magnetit és fémes vas, úgy két méréssel, a mágnesező áram kétféle beállításával, minden egyes fázis pontosan megállapítható. (F. K.)

Krupp Informationen

Anyagvizsgálati hírek

Ez év márciusában is megrendezték a hagyományos Lipcsei Tavaszi Vásárt, melynek egyik kiállítója a fennállásának 125. éves évfordulóját ünneplő Jenai Zeiss Művek volt. A gyár minden eddiginél gazdagabb anyaggal vett részt a kiállításon. A kiállításon szépszámmal szerepeltek olyan berendezések is, melyek a kohászati üzemek kémiai laboratóriumaiban, metallográfiai részlegekben, vagy a fémtani-fémfizikai alapkutatások területein is felhasználhatók.

A kiállításon többek között bemutattak új abszorpciós fotométert, spektrálfotométert, polarimetriás mérőberendezést és többféle mikroszkópot. Számos precíziós optikai berendezés is szerepelt a kiállításon, így például optikai rácsok, és építőszekrény elven átalakítható optikai mérőasztalok.



1. ábra. ZMB 61 típusú mágnesszalagos adattároló

A fémtani alapkutatások értékes segédeszköze lehet például a ZMB 61 típusú mágneses adattároló berendezés. A készülék a villamosjeleket mágneses szalagra rögzíti. Míg a készülék elődjénél, a ZMB 51-nél a szalagsebesség 1,5 m/s volt, az új készüléknél a felvételkor a szalag sebessége 2 m/s. Ez azt jelenti, hogy a tárolható jelek száma az előző berendezéshez képest szintén $^4/_3$-szorosára nőtt. A készülék másodpercenként 6400 jelet rögzít. A berendezés valamennyi villamos adata a nemzetközi szabványnak megfelelő, így más cégek berendezéseihez is csatlakoztatható. A készülék alkalmas gyorsan végbemenő folyamatok vizsgálatára. Ehhez az szükséges, hogy a folyamatra jellemző valamely fizikai mennyiséget megfelelő villamos jellé alakítsuk (BB).

VEB Carl Zeiss JENA Sajtószolgálat, 1972. április

*

Fárasztóvizsgálat ultrahanggal

Roland Mitsche, a Leobeni Bányászati Főiskola, és *Stefanie Stanzl*, a Bécsi Egyetem II. számú Fizikai Intézetének munkatársai kísérleteket végeztek, miként alkalmazhatók a Hz nagyságrendű frekvenciájú ultrahang fárasztóvizsgálatra. Kísérleteink során megállapították, hogy a nagyfrekvenciájú ultrahang a fémes anyagokban teljesen hasonló hatásokat idéz elő, mint a nagyságrendekkel kisebb frekvenciájú lengő váltakozó igénybevétel. 150 W-os generátorral előállított, 20 kHz frekvenciájú ultrahanggal 1—3 mm ∅-jű drótból készült próbatestet fárasztottak. A kísérleti anyag 0,036% C-tartalmú ötvözetlen acélból, ennek Wöhler-görbéjét határozták meg. A mért kifáradási határ értékek minimális eltérést mutattak a hagyományos lengő igénybevétellel végzett kísérlet eredményeihez képest. Az ultrahangos igénybevétel valamivel alacsonyabb kifáradási határokat eredményezett. A szerzők megállapítják, hogy a nagyfrekvenciás húzó-nyomó váltakozó igénybevétel előállítására a megfelelő teljesítményű ultrahang generátor alkalmas. Ezzel a módszerrel valamely anyag Wöhler-görbéjének meghatározása az eddigieknél 1000-szer rövidebb idő alatt lehetséges (B. B.).

Zeitschrift für Metallkunde, *62* 1971 12 sz.

Megjegyzések V. Sz. Rutesz „A folyamatos acélöntő berendezések termelékenységének növelése és a profilválaszték bővítése a Szovjetunióban" című cikkének magyar fordításához

Érdeklődéssel olvastam a „Kohászat" 1972. évi 3. számában a fenti cikket. A cikk olvasása közben a műszaki jellegű gondolatok mellett, több kérdés merült fel bennem nyelvi szempontból is, amelyeket hasznos lenne a kohászat témáival foglalkozók körében ismertetni, megvitatni.

Emeli lapunk színvonalát, ha a Szerkesztőség lehetőséget talál arra, hogy külföldi szakemberek cikkeit is megjelentesse. Ez bővíti ismereteinket, látókörünket. Természetes, hogy a külföldi szakemberek nem magyarul fogalmazott cikkeit itthon honosítsuk magyar nyelvre. Szándékosan nem a fordítás kifejezést használtam, mivel egy külföldön írt szakcikknek magyar szaklapban való megjelenéséhez nem elegendő a cikk jó fordítása. A fordítás mellett szükséges a lefordított anyagot magyar nyelvű szakembernek gondosan megvizsgálni és a magyar szakirodalomban honos szakkifejezéseket alkalmazni, vagy ha szükséges új megfelelő kifejezéseket alkotni, valamint a magyar szakirodalomban elfogadott szórendet, mondatszerkesztést kialakítani. Még ilyen gondos honosítás mellett is érződni fog a cikk nyelvezetén, hogy azt először nem magyarul fogalmazták. Ez már viszont kisebb hiba, mert csak igen alapos nyelvi vizsgálattal vehetjük észre. Az említett cikk azonban úgy tűnik, nem esett át ilyen honosításon.

A továbbiakban néhány olyan kifejezésre szeretnék rámutatni, amelyek olyan fogalmakat fejeznek ki, melyek mint technikai fogalmak is meglehetősen újak és így kifejezés módjuk a magyar szaknyelvben még nem teljesen kristályosodott ki.

Javasolt kifejezés	Megjegyzés
Folyamatos acélöntőmű	Általános meghatározásként, elsősorban címekben alkalmazzuk. Ilyen esetekben a folyamatos acélöntő berendezés, vagy a folyamatos acélöntőgép kifejezések alkalmazása kerülendő, mivel ezen utóbbi kifejezések a folyamatos acélöntőműnek csak egyes részeit jelölik.
Folyamatos öntőmű	Cím alatti szövegekben alkalmazzuk általános meghatározásként akkor, amikor már nyilvánvaló, hogy acél öntéséről van szó.
Folyamatos acélöntőgép, vagy folyamatos öntőgép	A teljes folyamatos öntőműnek csak az öntőgép részét jelöli.
Folyamatos acélöntés, vagy folyamatos öntés	A technológiai folyamat jelölésére használjuk.
A folyamatos acélöntő berendezés, vagy folyamatos öntő-berendezés	Általános meghatározásként a berendezés kifejezés használata nem megfelelő, helyette jobb a mű, vagy más esetekben a gép-kifejezés használata. A berendezés szó használata olyan esetekben javasolható, mint pl. a folyamatos öntőmű berendezései:
Folytatólagos folyamatos öntés	Az idegen nyelvekből átvett adag-adagra, olvasztást-olvasztásra, megszakítás nélküli folyamatos öntés, folyamatos-folyamatos öntés kifejezések helyett a folytatólagos-folyamatos öntés jobban kifejezi ezt a technológiai folyamatot.
Kristályosító	Ez a kifejezés jól meghatározza a folyamatos öntőgép ezen részberendezését. A kokilla kifejezés alkalmazása a folyamatos öntőgép ezen berendezésére nem célszerű, mivel a kokilla kifejezést más technológiai folyamat eszközének jellemzésére alkalmazzuk.
Öntési sebesség	Azt a sebességet értjük öntési sebesség alatt, amellyel az öntött szál elhagyja a kristályosítót. A szál húzási sebessége kifejezést csak akkor alkalmazzuk, amikor kifejezetten a kihúzó görgőkkel kapcsolatban beszélünk.
Öntött szál	Öntött szálról akkor beszélünk, amikor a folyékony acél a kristályosítóból kilépve már szilárd kéreggel rendelkezik és még nem daraboltuk fel. Ezek szerint megkülönböztetünk pl. egy, két szálas folyamatos öntőművet. Helytelen több eres, vagy a több pászmás kifejezések használata.
Folyamatosan öntött buga	A folyamatosan öntött szál feldarabolása után kapjuk a folyamatosan öntött bugákat. Helytelen az öntött tuskó kifejezést alkalmazni. A szakirodalomban a folyamatos öntőművek megjelenéséig bugának csak a hengerelt darabokat neveztük. Felhasználási célját tekintve és méretei után a folyamatosan öntött buga is buga, nem pedig tuskó. Ezek szerint megkülönböztethetünk folyamatosan öntött lapos és négyzetes bugát.
Száldaraboló berendezések	Az előző pontban foglaltaknak megfelelően nem bugadaraboló. A folyamatos öntőgépekben alkalmazott daraboló berendezések méreteiben és szerkezeteiben eltérnek a hengerművekben alkalmazott bugadaraboló berendezésektől. Ezért a hengerműi berendezéseknél célszerűbb a bugadaraboló kifejezést, a folyamatos öntőműveknél pedig a száldaraboló kifejezést alkalmazni.
Támasztó görgők, vezető görgők, szállító görgők, egyengető görgők	A görgő szó használata helyesebb, mint a hengerek kifejezés alkalmazása. Hengerek alatt olyan berendezéseket értünk, amelyekkel valamilyen alakítást is végzünk. A folyamatos öntőgépekben az öntött szálnak görgőkkel való egyengetése és kismértékű összenyomása nem tekinthető alakításnak.

Ívelt öntőgép

A függőleges öntőgép típusokkal szemben megkülönböztetünk ívelt öntőgépeket, amelyek lehetnek a hajlítás módja szerint:
a) szálelhajlítós öntőgépek,
b) ívelt kristályosítójú öntőgépek,
a hajlítási sugár szerint:
a) köríves öntőgépek,
b) ovális öntőgépek,
c) összetettíves öntőgépek,
tehát a nem függőleges öntőgépek általános megjelölésére célszerű az ívelt öntőgép kifejezés alkalmazása.

Konvertermű

Az acélmű és hengermű példája nyomán a konvertermű kifejezés is alkalmazható.

Osztatni Mihály

Műszaki és gazdasági hírek

Kína acélimportja

A kínai népgazdaság helyzetéről 1959 óta nem jelent meg hivatalos statisztika, így a szakemberek csak becslésekre támaszkodhatnak Kína gazdasági helyzetét illetően. Minden esetre egyöntetű az a vélemény, hogy az utóbbi években a kínai népgazdaságban a fejlődés tendenciái mutatkoznak. Ez a kohászat területén is észlelhető, amint az alábbi táblázatból kitűnik, amely becsült adatokat tartalmaz:

	1965	1970
	millió t-ban	
Vasérctermelés	39	45
Nyersvastermelés	15	20
Acéltermelés	11	16

Kína kohászatának termelése nem elegendő a belföldi szükséglet fedezésére, így a kínai népgazdaság jövőben is acélimportra kényszerül.

A kínai acélimportra vonatkozó adatokat a szállító országok exportstatisztikája alapján a következő táblázat szemlélteti:

1000 t

Országok	1965	1970*
Össz. acélimport	640,7	2100,0
ebből:		
NSZK	77,7	266,8
Benelux-államok	15,6	64,4
Franciaország	86,6	18,8
Olaszország	48,8	16,1
Montánunió össz.	228,7	366,1
Anglia	32,3	18,9
Lengyelország	31,9	.
Románia	25,0	.
Szovjetunió	89,2	.
Japán	221,0	1531,4

Megjegyzés: * A szocialista országok 1970. évi export adatai nem ismeretesek, de az elmúlt négy év trendje feltehetően megbízható becslést ad 1970-re.

A táblázatban felsorolt országok 1965—70 között 95%-ban részesedtek Kína acélimportjában, melyet egyébként Japán előretörése jellemez, hiszen míg 1965-ben 35%-kal, addig 1970-ben már 73%-kal részesedik a kínai acélimportban. Bár az NSZK abszolút értékben növelte exportját, részaránya mégis alig változott (12,1%-ról 12,7%-ra), s így Japán után a második helyet foglalja el. A Montánunió részaránya erősen csökkent (35,7%-ról 17,4%-ra), Anglia pedig már nem számottevő acélexportőr Kína számára (5%-ról 0,9%-ra csökkent részaránya).

Míg 1965-ben a szocialista országok 23,9%-kal részesedtek a kínai acélimportban, addig 1969-ben már csak 4,8%-kal.

A hengereltáruk részarányát az acélimporton belül az alábbi táblázat mutatja:

%-ban

Termékek	1965	1969
Rúd-idom, hengerhuzal	3,9	23,6
Durva- és középlemez	33,7	19,3
Finom- és ónozott lemez	33,5	30,7
Acélcső	27,4	20,8
Huzal	0,0	1,2
Egyéb	1,5	4,4
	100,0	100,0

Szembetűnő a durva- és középlemezimport csökkenése, ill. a rúd-idom és hengerhuzal beszerzések erős növekedése. (P)

Stahl und Eisen 1971. okt.

*

A szovjet kohászat 1971. évi főbb termelési adatai

A szovjet Központi Statisztikai Hivatal most közzétett előzetes adatai szerint a vas- és acélipar termelése 1971-ben az alábbiak szerint alakul (P):

	1971	Növekedés 1970-hez képest
	millió t-ban	
Vasérc	203,6	7,6
Nyersvas	89,2	3,3
Acél	120,5	4,6
Hengereltáru	84,0	3,4
Acélcső	13,3	0,9

Montan Nr. 277/71.

*

Japán acéltermelése kilenc év óta először csökkent

Japán kilenc év óta állandóan növekvő acéltermelése 1971-ben az előző évhez viszonyítva 5,1%-kal csökkent, azaz csak 88,56 millió t-t ért el az 1970-es 92 millió t-val szemben. A Japán Vas- és Acélipari Egyesülés a belföldi konjunktúra gyengülésével indokolja a csökkenést. Az 1971-es nyersvastermelés egyébként 63,82 millió t (5,1 százalékos csökkenés), a hengereltáru termelés pedig 78,12 millió t (4,8%-os csökkenés) volt.

Montan No. 9/72.

*

Jóváhagyták a brazil acélipar fejlesztési tervét

A brazil Acélipari Nemzeti Tanács jóváhagyta hat magánvállalat és egy állami társaság fejlesztési tervét, amely több mint 570 millió Cruseiro összegű beruházást jelent az alábbi megoszlásban.

1. Cia Siderurgica da Guanabara: 165 millió Cr. — köracél, huzal-termelés 250 000 t/év nagyságrendben.
2. Cia Siderurgica Belgo-Mineira: 164 millió Cr. — Huzaltermelés fokozása 40%-kal, modernizálás.
3. Cia Siderurgica Mannesmann: 71 millió Cr. — Hegesztett acélcső-termelés növelése 100 000 t/évre.
4. Barbara Industria Metallurgica: 36 millió Cr. — Csőgyártó kapacitás kiépítése ∅ 600 mm-ről ∅ 1200 mm-re.

5. Acos Villares: 86 millió Cr. — Hengerműi hengerek gyártásának növelése 3800 t/évről 9600 t/évre, öntödei kapacitás 25-%os növelése.
6. Ferro e Aco de Vitória: 15 millió Cr. — Második elektrokemence beállítása.
7. Cia Siderurgica Pains: 36 millió Cr. — Kapacitásbővítés 36 000 t/évről 100 000 t/évre. (P)

Montan Nr. 277/71.

*

Új konverterüzem épül Novokuznyeckben

A Szovjetunió jelenlegi legnagyobb konverterüzemét építik Novokuznyeckben. Az évi 8 millió t nemesacélt gyártó konverterüzemben 3 db egyenként 300—350 t-ás konvertert építenek, s közülük az első már 1973-ban termelni fog. (Jelenleg tervezés alatt áll egy 400 t-ás konverter is.) (P)

Montan Nr. 30/72.

*

Konverterbélés javítása lángszórással

Szovjet kutatók új eljárást fejlesztettek ki a konverterbélések javítására. Az ún. lángszórásos eljárásnál a poralakú tűzálló anyagot egy olaj-oxigénégő lángsugarába adagolják. Az így 1400—1500 °C-ra felhevült tűzálló anyag mintegy „összehegeszti" a konverterbélést. Az eljárással kb. 40%-kal csökken a konverter hidegjavításainak száma, azaz jelentős termelésnövekedés érhető el. (P)

Neue Hütte 1971. dec.

*

Folyamatos öntés — nagy sebességgel

Szovjet szakemberek a novotulszki acélműben olyan folyamatos öntőművet fejlesztettek ki, melynek öntési sebessége jóval felülmúlja az eddig ismert eljárásokét. Egy 650 × 150 mm-es (hossz × oldalél) blokk öntési sebessége 1,5 m/s, ami csaknem duplája a Szovjetunióban szokásosnak. Ez a nagy sebesség természetesen új technikai megoldások bevezetését is maga után vonta, így pl. új hűtőkokillákat és egyéb berendezéseket is kifejlesztettek. (P)

Montan Nr. 295/71.

*

Új nemesacélmű Romániában

A román gépipar következő évtizedben való fejlődése megköveteli a jóminőségű rozsdamentes-, szerszám- és golyóscsapágyacél termelés növelését. Ezen igény kielégítését célozza a tirgovistei nemesacélmű építése, amely a román kohászat műszakilag legfejlettebb üzeme lesz (technológiai folyamatok komplexitása, csaknem teljes automatizálás).

Az acélmű egyik része közép- és finomsori rúd-idomot, hengerhuzalt és húzott rudat, továbbá elektrotechnikai célokat szolgáló finomlemezt fog gyártani. (Elektroacélmű — 50—100 t-ás kemencékkel, durvasor, bugasor, középsor, finomsor). Az acélmű másik része nehezen alakítható szerszámokat és mintákat állít majd elő. (Elektroacélmű, kovácsüzem).

Az üzem első gyártási egységeit 1973 végén tervezik üzembehelyezni. A végleges kifejlesztése után évi 600 000 t-ás termelésével jelentős hányadát képezi majd a Romániában 1975-re tervezett 1 millió t ötvözöttacél termelésnek. (P)

Informations Économiques Roumaines 1971. dec.

*

Új hideghengerműi üzembehelyezése a Krupp-konszern bochumi üzemében

Ez év augusztusában megkezdte a termelést Kruppék közel 250 millió DM-ás beruházási költséggel épült új hideghengerműve Bochum-ban. A négyállványos tandemsor fontosabb adatai:

Melegszalag vastagság	1,8—6 mm
Hidegszalag vastagság	0,4—4 mm
Szalagszélesség max.	1 630 mm
Hengerlési sebesség max.	1 400 m/perc
Termelés	135 000 t/hó

A tandemsor műszaki különlegessége: az első állvány hengerei hidraulikusan állíthatók, s a nagysebességű hengerállítás lehetővé teszi, hogy a hengerek domborúságát kiegyenlítsék és egyúttal a hidegszalagok mérettűréseit is betartsák. A hengersort központi vezérlőpultról irányítják, de pl. a szalagok ki- és befűzését az egyes állványoknál levő vezérlőtáblákról is nyomonkövethetik. A kiszolgáló személyzet létszáma 9 fő/műszak, a termelés pedig kb. 1000 t szalag/műszak.

A hideghengerműi — a lehető legrövidebb szállítási útvonalak kialakításával — szervesen kapcsolódik a melegszalaghengerműhöz. A melegszalaghengerműben a hideghengerműi üzembehelyezésével egyidejűleg 40 millió DM-es költséggel elkészült a második előmelegítőkemence, ezáltal a kapacitás megduplázódott, elérte a 180 000 t/hó nagyságrendet. Mindkét kemencét a konszern ugyancsak most elkészült rheinhauseni folyamatos lemezbuga-öntőműve látja el kiinduló anyaggal. A folyamatos öntőmű kapacitása: jelenleg 80 000 t/hó, de az 1974-re tervezett konverteracélmű belépése után eléri a 120 000 t/hó nagyságot. (P)

Stahl und Eisen 1971. nov.

*

Nagyteljesítményű drótsor a sosnowieci kohászati kombinátban

A lengyel Centrozap külker. vállalat egy Morgan-rendszerű kéteres drótsort rendelt a Siemagtól. A drótsor berendezései: egy kétállványos előnyújtósor, egy hatállványos közbensősor és két tízállványos készsor, a hozzájuk csatlakozó két Stelmor-rendszerű hűtőpaddal.

Kiinduló bugaméret	100 × 100 × 12 000 mm
Kész tekercssúly	900 kg
Kemenceteljesítmény	90 t/óra
Drótsori kapacitás	300 000 t/év (5—12 mm átmérőjű drót szálban, 13—18 mm átmérőjű tekercsben)
Hengerlési sebesség:	50 m/sec (P)

Stahl und Eisen 1971. júl.

*

Új dróthengerműi Trinecben

Új dróthengerműi épül a csehszlovákiai Trinecben. A quartoállványon 5,5—12 mm átmérőjű huzalokat terveznek gyártani 50 m/s hengerlési sebesség mellett. A próbaüzem 1973-ban indul meg. A hengerműi tervezett kapacitása: 600 000 t/év. (P)

Neue Hütte 1971. dec.

*

Rekord ónozottlemez-termelés

A „Tin International" szerint 1971-ben a világon meglevő 112 elektrolitikus ónozóberendezés termelése elérte a 16 millió t-t. További 6 berendezés — 1,17 millió t/év összkapacitással — ez évben kezdi meg a termelést. A már elhatározott fejlesztések újabb 8 ónozó berendezést irányoznak elő — közli a folyóirat, 23 ónozottlemezt gyártó országból szerzett információira támaszkodva.

Emellett foglalkozik a folyóirat az ónozott lemeznek más anyagokkal való helyettesítésével is, megállapítva, hogy az ún. „ónmentes acéllemez" egyre nagyobb jelentőségre tesz szert azokon a területeken, ahol az igényeket ki tudja elégíteni (pl. tisztítószer- és sörösdobozok stb.), de a konzervipar igényének továbbra is az ónozott lemez felel meg a legjobban. (P)

Montan Nr. 13/72.

*

Keményfémgyártás izostatikus melegsajtolással

A svéd ASEA sandvikeni acélművében izostatikus melegsajtolással állítanak elő keményfémeket, azaz porkohászati úton, nagy nyomáson, argon védőgázatmoszférában egyszerre sajtolják és zsugorítják a keményfém alkatrészeket. Ezáltal igen nagy, az eddig alkalmazott eljárásokkal eddig el nem érhető tömörséget érnek el. A

melegsajtolás hőmérséklete viszonylag alacsony, gyakran csak 50—60%-a az olvadási hőmérsékletnek. Az eljárással már finomlemez hengerművek hengereit is előállították. (P)

Neue Hütte 1971. dec.

Új nyersvas-kezelő eljárás

Az oxigénráfúvatásos acélgyártó konverterek kéntelenítő hatása köztudottan erősen korlátozott, ezért 0,030 százaléknál nagyobb kéntartalmú nyersvasat ezek nem tudnak feldolgozni. Ezenkívül a minőségi acélok gyártásához legfeljebb 0,010% kéntartalmú nyersvasat szabad a konverterekben felhasználni. A nyugatnémet Rheinstahl e nehézségek leküzdésére dolgozta ki *folyamatos üstkavaró eljárását*, amely a nagyolvasztó után, a csapolócsatorna rendszerbe beépítve 0,120% kéntartalmú nyersvasat tud a szükséges kénszintre kezelni.

A csapolószintre beépített kavaróüstön a teljes nyersvasmennyiség keresztülfolyik, miközben a kéntelenítő szert egy mechanikus szerkezet belekeveri a vasfürdőbe. A képződött salakot gátrendszer tartja vissza és időnként egy salaklehúzó szerkezet eltávolítja. A kavaróüst segítségével a Heinrichshütte 6,7 m medenceátmérőjű kohójának nyersvasát 0,010%-nál kisebb kéntartalomra redukálják, míg a Schalker Verein 5,0 m-es kohójának nyersvasát 0,006% alá kéntelenítik (P).

Rheinstahl Fachberichte

*

Új csőgyár Angliában

Az angliai Midlands iparvidéken a Weldless Steel Tube *új, korszerű csőgyárat* helyezett üzembe. A csőhengersor 25—127 mm külső átmérőjű, 2,6—12,5 mm falvastagságú, 24,4 m hosszú varratnélküli csövek gyártására alkalmas. A csövek anyaga ötvözetlen lágyacéltól krómmal gyengén ötvözött acélig bármi lehet. A lyukasztás *Mannesmann-rendszerű* ferde hengerek között történik, a hengerállványt lehagyó nyers cső hossza 7,3 m. A nyers csövek továbbnyújtását dugós csőhengerműben és folyamatos csőhengerműben végzik.

A kiinduló acélbugát a szokásos ellenőrzésen kívül ultrahang eljárással vizsgálják, a hengerelt csövek méreteit optikai módszerrel 0,25 mm pontossággal ellenőrzik. A visszamelegítő kemence ellenőrzött atmoszférával dolgozik. A kész csövek felületét mágneses repedésvizsgálattal ellenőrzik. (FK)

Tube Investments információszolg.

*

Speciális szovjet acél

A moszkvai Vaskohászati Kutatóintézet kifejlesztett egy új speciális acélfajtát. Ha az ebből készített munkadarabot különleges hőkezelésnek vetik alá, majd tetszésszerinti helyen mágnesezik, az egyébként nem mágnesezhető anyagban mágneses zónák keletkeznek. Ezek a zónák a legkülönfélébb alakot (csavarfelület, kocka, gyűrűalakú keresztmetszet) vehetik fel.

A helyenként mágneses, de egyébként nem mágneses alkatrészeket eddig csak nagyon költségesen, a mágneses és nem mágneses részek hegesztéssel, forrasztással vagy szegecseléssel történő összekapcsolásával tudtak csak előállítani. Ilyen alkatrészek előállítása az új acélból lényegesen olcsóbb lesz. A szovjet szakemberek szerint az új speciális acélnak sokoldalú alkalmazási lehetőségei vannak, pl. az elektronikában és a számítástechnikában. (P)

Montan, 226/71.

*

A TiC-dal bevont vágószerszámok térhódítása

Európában és az USA-ban egyre inkább a titánkarbiddal (TiC) bevont szerszámbetéteket alkalmazzák a hagyományos karbid-szerszámok helyett, mivel magasabb élettartam mellett nagyobb vágási sebességet, tehát termelékenység-növekedést biztosítanak. Bár a bevont betét 20%-kal többe kerül, azonban a megnövekedett élettartam végeredményben a szerszámköltség csökkenését eredményezi. Becslések szerint ezek a szerszámok 1972 végére 70—80%-ban kiszorítják a hagyományos keményfém szerszámokat a piacról. (P)

Iron Age, 1971. szept.

*

Folyamatos Al—Zn bevonatú szalag-hengerműű

Az Armco Argentínában üzembehelyezte a Dél-Amerika első olyan folyamatos szalag-hengerművét, amely alumínium és cink bevonatú szalagokat gyárt. A gépkocsi- és építőipari igényeket kielégítő hengermű kapacitása 50 000 t/év. (P)

Metal Bulletin, No. 5935.

*

Kitűnően alakítható új acéllemez

Az amerikai Jones Laughlin Steel újfajta, kitűnően alakítható acéllemezt fejlesztett ki. Az alacsony C-tartalmú (0,05—0,15%) 20—30 kp/mm² folyáshatárú lemez azáltal nyeri el kiváló tulajdonságait, hogy hengerléskor a pontosan szabályozott lehűlési sebesség hatására egy különösen kedvező szövetszerkezet jön létre. (P)

Ingenieur Digest, 1971. szept.

*

Új eljárás ócskavas előmelegítésére

A BSC stocksbridgei üzemében a CS-ócskavaselőmelegítő eljárást alkalmazzák egy 15 t-ás ívfényes kemence kiszolgálására. Az eljárást a norvég Christiana Spigelverk cég fejlesztette ki, nevét is innen kapta (CS-eljárás). Az ócskavas előmelegítése az adagoló kosárban történik azáltal, hogy a kosár fölé egy gáztüzelésű előmelegítő kamrát helyeznek. A meleg levegőt egyszerűen átszívják a kosáron, így a betét felmelegszik. Az eljárással csökken az olvasztási idő és az elektromos energiaköltség, növekszik a termelés. (P)

Metal Bulletin, No. 5635.

*

Az SKF és a japán golyóscsapágy-konkurrencia

Az SKF-konszern a közelmúltban új „zöld mezős" üzemében indította meg a termelést: a Majna menti Schweinfurtban, a franciaországi Fontenay-le-Comteban és a Torinó melletti Airasca-ban. A három üzem beruházási költsége gépi berendezések nélkül, 150 millió DM-t tett ki.

A három üzem beindítását nem tekinthetjük véletlennek, sokak inkább a konszernpolitika tipikus vonásának. Mindhárom üzem futószalag-gyártásra rendezkedett be, amely a golyóscsapágyiparban ma még nem tekinthető általánosnak.

Az SKF figyelme elsősorban a japán konkurrenciára irányul, amely az utóbbi években a golyóscsapágygyártás területén is figyelemreméltó piaci pozíciókat szerzett. Japán nyugati piacokon való jelenlegi részesedését 13—14%-ra becsülik, de néhány országban és némely típusnál részesedése ennél jóval nagyobb, Franciaországban például a 25%-ot is eléri.

A legújabb amerikai gazdasági intézkedések következtében várható, hogy fokozódni fog Japán benyomulása az európai piacokra. Az is nyilvánvaló, hogy az SKF mindent megtesz piaci pozícióinak védelmében. (P)

Frankfurter Allgemeine Zeitung 1971. szept. 29.

*

Újabb pelletezőberendezés Svédországban

A svéd Luossavaara—Kiirunavaara (LKAB) vitafors-i üzemébe egy további pelletező berendezést rendelt ez év júniusában. A 2,5 millió t/év kapacitású berendezést, a Lurgi-cég és a Dravo (USA) közösen tervezi. A pelletek előszárítása 5 db 3,6 m átmérőjű, 9,8 m hosszú dobkemencében történik, míg az égetéshez 315 m² reakciófelületű (3,5 m széles) vándorrostélyt alkalmaznak.

Az új berendezéssel az LKAB pelletező kapacitása 8 millió t/év-re növekszik. Egyébként ezzel az új berendezéssel a Lurgi—Dravo-féle vándorrostély-eljárással dolgozó pelletező berendezések együttes kapacitása világviszonylatban meghaladta az 50 millió t/év nagyságot. (P)

Stahl und Eisen, 1971. szept.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

INTERNATIONAL COMMITTEE FOR STUDIES OF BAUXITES AND ALUMINIUM-OXIDE-HYDROXIDES MAGYAR BIZOTTSÁGA

az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület keretében

Cím: OMBKE—ICSOBA, Budapest V., Szabadság tér 17. II. emelet * Telefon: 121-742 * Telex: 774

(Folytatás)

A Magyar Alumíniumipari Tröszt feladatai és elképzelései az alumíniumiparban foglalkoztatott mérnökök továbbképzésével kapcsolatban

SZENNAY ISTVÁN vezérigazgatóhelyettes
Magyar Alumíniumipari Tröszt — Budapest

A magyar alumíniumipar mind a belföldi alapanyag ellátásban, mind a külkereskedelemben betöltött szerepe miatt fejlődő népgazdaságunk számottevő tényezője. A felszabadulást követő rohamos fejlődés, valamint a negyedik ötéves tervben számára előírt célkitűzések teljesítése szervesen és elválaszthatatlanul összefügg azzal a jól képzett műszaki gárdával, amely hosszú évek során a Magyar Alumíniumipari Tröszt keretébe tartozó vállalatok személyi állományán belül kialakult. Jelenleg a Magyar Alumíniumipari Tröszt közel 1000 mérnököt, 155 műszaki főiskolát végzettet és felsőfokú technikust foglalkoztat a fejlesztési-kutatási, a gyakorlati üzemviteli, a bel- és külkereskedelem és a manager jellegű munkakörökben. Ha a jelzett létszámhoz hozzászámítjuk a fenti munkakörökben foglalkoztatott, nem kifejezetten műszaki diplomával rendelkező, de érdemben műszaki jellegű munkát végző egyéb szakembereket, megállapítható, hogy a MAT-on belül az úgynevezett vezető műszaki szakgárda a Tröszt személyi állományának mintegy 8,5—9%-a. Egy ilyen nagy létszámú és tevékenységét illetően az eredményes gazdálkodásra számottevő hatást gyakorló állománycsoport állandó továbbképzése személyzeti munkánk egyik alapvető, megoldásra váró kérdése.

A téma rendkívül szerteágazó jellege miatt kifejezetten mérnökeink továbbképzésével, a továbbképzéssel kapcsolatos eredményekkel és problémákkal, valamint elképzeléseinkkel kívánok foglalkozni.

A szakmai továbbképzés formái

Az alumíniumiparon belül számos intézkedést hoztunk és hajtottunk végre annak érdekében, hogy az egyedi önképzés mellett mérnökeink szervezett formában is részesüljenek állandó továbbképzésben.

Intézkedéseinkkel igyekeztünk kihasználni azokat a lehetőségeket, amelyeket az országos továbbképzési koncepció keretében az állam biztosított. Így mérnökeinket a műszaki feladatok ismeretében, valamint a káderfejlesztési szempontok szem előtt tartásával igyekeztünk tervszerűen beiskolázni olyan oktatási formákra, amelyek számukra a *második diploma, vagy magasabb tudományos fokozatok* megszerzését eredményezték. Erőfeszítéseket tettünk, hogy mérnökeink lehetőleg olyan szakokon szerezzenek második diplomát, vagy tudományos fokozatokat, amelyek jelenlegi, vagy távlatilag tervezett munkakörük ellátásához megfelelően hasznosítható. Az alumíniumiparban — 1970. december 31-i állapot szerint — 4 fő rendelkezett a „műszaki tudományok doktora" címmel, 17 fő a kandidátusok száma és 64 mérnök szerezte meg második, vagy harmadik diplomáját. Ha figyelembe vesszük azok számát, akik ezeket a felsőbb szintű tanulmányokat sikerrel befejezték, de még a diplomát nem szerezték meg, valamint azokat, akik jelenleg folytatják tanulmányaikat, megállapítható, hogy néhány éven belül mérnökeink kb. 15%-a két diplomával vagy különböző szintű tudományos fokozattal fog rendelkezni.

Mérnökeink továbbképzésében nagy jelentőséget igyekeztünk tulajdonítani a *Mérnöki Továbbképző Intézet* tevékenységének is. Vállalataink komoly anyagi támogatást és munkaidő kedvezményt biztosítottak azok számára, akik ezeken az előadássorozatokon, illetve tanfolyamokon részt kívántak venni. Sajnálatos, hogy várakozásunk a továbbképzés ezen formájával kapcsolatban csak szerény mértékben realizálódott. Megítélésünk szerint, a Mérnöki Továbbképző Intézet tanfolyamai nem képesek megfelelő szinten eleget tenni a mérnökök továbbképzésével kapcsolatos igényeknek. A tematikák összeállítása, sok esetben az előadók kiválasztása, a módszertan, a megválasztott helyhez való kötöttség, olyan nehézségeket, illetve hátrányokat jelentenek, amelyek szakembereink számára a továbbképzés fenti formáját nem teszik vonzóvá. A jelenlegi forma ugyanakkor módot és lehetőséget ad arra is, hogy néhány mérnökünk saját szakmai feladatkörétől távol álló, öncélú továbbképzésben vegyen részt, amelynek megakadályozása vállalati szinten igen kényes és majdnem végre nem hajtható feladat. Annak ellenére, hogy a Mérnöki Továbbképző Intézet hajlandóságot mutatott az általa szokásos keretekben az alumíniumipar speciális követelményeinek eleget tevő tanfolyamsorozatok indítására, nem éltünk a szükséges mértékben ezzel a lehetőséggel; az elmúlt 4—5 évben mindössze egy-két ilyen, mérnökeink továbbképzését egyértelműen elősegítő tanfolyamot sikerült megszervezni.

A hozott intézkedések és a helyi kezdeményezések hatására sikeresnek minősíthető a *szakmai ankétok, szimpozionok, kongresszusok* stb. formájában jelentkező továbbképzési forma. A Tröszt és vállalatai, a különböző METESZ egyesületekkel, elsősorban az *Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülettel* karöltve, az elmúlt 5 év alatt mintegy 25 ilyen jellegű rendezvényt bonyolított le több, mint 2000 résztvevővel. Nem vitatható, hogy ezek az esetek többségében egyértelműen hatékonyan szolgálták mérnökeink továbbképzését, mert a rendezvények témaköre irányított volt, a legaktuálisabb műszaki problémaköröket célozta meg és az előadók helyes megválasztásával általában a magas színvonal is biztosított volt. Mérnökeinknek az ebben a formában való találkozása a szakmájukba vágó legfrissebb tudományos ismeretekkel és a szakma legkiemelkedőbb reprezentánsaival ez mégsem a legkielégítőbb forma, mert ezek a rendezvények általában valamilyen évfordulóhoz, konkrét időponthoz kötöttek, így a továbbkép-

zéssel szemben támasztott állandóság és tervszerűség követelményeit nem elégítik ki.

A vállalatok kezdeményezésére az elmúlt években sok helyen rendeztek, a vállalati kereteket meg nem haladó körben, *speciális, szakmai céltanfolyamokat*, amelyek hasznosnak bizonyultak, kiváltképpen a viszonylag friss diplomával rendelkező szakmérnök-gárda részére. Sajnos, ezeknél is az „ad hoc" jelleg volt megfigyelhető és amellett többnyire nélkülözték az iparág rendkívül heterogén voltából szükségszerűen adódó szakági koordinációt is.

Nem kis jelentőséget tulajdonítunk a Magyar Alumíniumipari Tröszt egyre jobban fejlődő és mind szélesebb körben kibontakozó *nemzetközi kapcsolatai alapján adódó továbbképzési* lehetőségeknek. Szerénytelenség nélkül megállapítható, hogy szakembereink jelentős része — ahol erre lehetősége volt — ezt az alkalmat megfelelően használta ki. A világszínvonal megismerése, az új technológiák elsajátítása, a korszerű berendezések üzemközben való tanulmányozása, az ismeretek hazai alkalmazásának elemzése, majd bevezetése, nagymértékben járult hozzá iparágunk műszaki fejlődésében az elért eredményekhez. Meg kívánom jegyezni, hogy ebben a tevékenységben az ICSOBA és az *ICSOBA Magyar Bizottságának* tekintélyes szerepkör jutott és jut a jövőben is.

Az alumíniumipar termékeinek megjelenése a külföldi piacokon a nemzetközi kapcsolatok fejlődése és nem utolsó sorban az idegen nyelvű információk eredeti nyelven való feldolgozásának fontossága alapvető továbbképzési követelményként írják elő az *idegen nyelvek elsajátításának* szükségességét. Sajnos, szűk szakmai praktícizmusból, de annak idején még szűk látókörű politikai nézetek érvényesülése miatt is, a nyelvi oktatás területén mutatkozik a legnagyobb elmaradottság és ebből kifolyólag ez a legszélesebb körre kiterjedő továbbképzési igény. Az utóbbi években központi és vállalati szintű intézkedések egész sorával, kedvezmények adásával, költségek átvállalásával, sőt külön anyagi ösztönző eszközökkel igyekeztünk mérnökeink nyelvismereteit bővíteni. Sajnos, még jelenleg is rendkívül rossz a mérnökök nyelvismeretével foglalkozó statisztikánk; mérnökeink csak kb. 24—25%-a tárgyalóképes egy nyelvből, s további 10—11% ismer egy-egy nyelvet társalgási szinten, vagy olvas szakirodalmat.

Közgazdasági és politikai továbbképzés

Az új gazdasági mechanizmus hazai bevezetése, a vállalati gazdálkodás eredményorientált szemléletének meghonosodása, a fejlesztések hatékonyságának alapvető szükségessége, mérnökeink számára új, rendkívül szerteágazó ismeretanyag, *a közgazdasági tudományok alapelveinek tanulmányozását* és elsajátítását határozták meg, mint nélkülözhetetlen továbbképzési feladatot. Mérnökeinknek nagy része, különösen a közép és felsőbb vezetői munkakört ellátó mérnökök tekintélyes hányada, diplomájának megszerzéséhez szükséges alapképzése során ilyen jellegű oktatásban egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben részesült. Megállapítható, hogy a mai korszerű követelményeknek megfelelően a műszaki fejlesztéssel foglalkozó mérnökök munkakörében kb. 20%, az üzemviteli mérnököknél kb. 50%, a manager jellegű munkakört ellátóknál kb. 80% az a tevékenységhányad, amely kifejezetten közgazdasági szakismeretekkel függ össze. 1967-től kezdve, szinte folyamatosan, a legkülönbözőbb szintek igényeinek figyelembevételével előadássorozatokat és tanfolyamokat szerveztünk mérnökeink közgazdasági továbbképzése érdekében. Fokozatosan növeltük azoknak a számát, akik a mérnök-közgazdász, illetve a gazdasági mérnök oktatási formában sajátíthatják el a szükséges közgazdasági ismereteket, ezzel egyidejűleg mind az Országos Vezetőképző, mind a NIM által rendezett vezetőképző tanfolyamok munkájába mérnökeink jó részét aktívan bekapcsoltuk.

A közgazdasági továbbképzés eredményei rövid idő alatt kézzel foghatóvá váltak; mérnökeink jó részét, műszaki elképzeléseik megvalósítása során, figyelemre méltóan befolyásolták a gazdaságosság és hatékonyság közgazdasági elemei. Sajnálatos, hogy éppen a legutóbbi időben a jól indult folyamatban bizonyos mértékű megtorpanás figyelhető meg, amely több okra vezethető vissza. A kívülről szervezett vezetőképző tanfolyamok sablonosakká és a mérnökök szakmai intelligenciáját bizonyos mértékig leértékelő stílusúvá váltak. Egy-egy, alapos közgazdasági megfontolások alapján kiadott kormányrendelet majdnem szó szerinti ismertetése nem minősíthető szakmai tudományos továbbképzésnek. Mérnökeinket nemcsak a rendeletek ismerete, hanem azok megszületésének körülményei, indokai és közgazdasági indítékai is érdeklik. A nemkívánatos megtorpanás többek között azzal is magyarázható, hogy mérnökeink egy része úgy érzi: a munkájához szükséges közgazdasági ismereteket már kellő mértékben elsajátította és nem számol azzal, hogy — hasonlóan a műszaki tudományágakhoz — a közgazdaságtudomány is állandó fejlődésben van. Mérnökeink közgazdasági továbbképzésének jelenlegi formái nem teszik lehetővé a különböző munkakörökben dolgozó műszakiak széles körű képzését.

Mérnökeink *politikai továbbképzése*, főként a legutolsó évek intézkedései alapján, megnyugtatónak mondható. A műszaki szakgárda mintegy 25—30%-a fejezte be, illetve vesz részt felsőfokú politikai oktatásban, a pártfőiskola és a *Marxizmus—Leninizmus Egyetem* keretében.

A tervezett továbbképzés lehetőségei

A továbbiakban rátérek mérnökeink továbbképzésével kapcsolatos feladatokra, elképzeléseinkre és azokra a lehetőségekre, amelyeket a továbbképzés területén az ICSOBA Magyar Bizottságának támogatása biztosíthat számunkra.

Műszaki szakgárdánk továbbképzését a távlati fejlesztési programok szolgálatába kell állítani; ennek megfelelően mind a műszaki, mind az egyéb jellegű képzést részletes továbbképzési terv szerint kell következetesen végrehajtani. Továbbképzési feladatainknak egy részét továbbra is az erre hivatott állami szervek bekapcsolásával, illetve igénybevételével tartjuk célszerűnek megoldani. A korábban részletezett, jelenleg még fennálló koordinálatlanságok és egyéb hiányosságok kiküszöbölésére megfelelő érdemi javaslatokat kell kidolgoznunk.

Továbbképzési tervünk másik részét saját hatáskörünkön belül látszik célszerűnek végrehajtani. A kifejezetten műszaki továbbképzés azon speciális területein, amelyek iparágunk technológiáival, konkrét üzemi gyakorlatával és helyi adottságokkal kapcsolatosak, tervszerű, szakosított továbbképzési rendszert célszerű bevezetni, lehetőleg házon belüli előadók igénybevételével. Ezeken a tanfolyamokon előre meghatározott tanterv szerint ismertetni kell a szakma legfrissebb információit, a bel- és külföldön szerzett személyes tapasztalatokat, azok helyi alkalmazási lehetőségeit és a kapcsolódó tudományok legújabb eredményeit, de ez utóbbit csak abban a mélységben, amely a tervszerűen kiválasztott hallgatóság szakmai felkészültségének megfelel. Az ilyen típusú tanfolyamokat évenként egy alkalommal, egy-két hetes időtartammal lehetőleg bentlakásos formában kellene megszervezni. A tanfolyamokon elhangzó előadásokat, az azokat követő vitákat rendszeresen, minden trösztön belüli érdekelt szakember számára, élvezhető formában, rendelkezésre kellene bocsátani.

Az alumínium szakmához szorosan, vagy általában kapcsolódó szakismeretek és tudományágak legújabb eredményeinek ismertetését és oktatását a *Mérnök Továbbképző Intézet* keretein belül lenne célszerű megoldani, de azzal a megszorítással, hogy a tematikák összeállításánál az iparági sajátosságok mindenképpen érvényesüljenek. Így az egész iparágra kiterjedő összevont, a kapcsolódó műszaki társtudományokkal foglalkozó tanfolyamok lehallgatása megoldást jelentene mérnökeink automatikai, kémiai, fizikai, elektronikai stb. ismereteinek hatékony elsajátításában.

A műszaki továbbképzés fontos elemének tekinthetjük továbbra is a nemzetközi kapcsolatok adta lehetőségeket. Az ICSOBA Magyar Bizottsága, az igen pozitív eredményekkel kecsegtető személyi kapcsolatokon túlmenően, különböző műszaki tudományos együttműködési megállapodások formájában, egyre több szakemberünk számára képes biztosítani a legfejlettebb technológiák és apparatúrák megismerését és tanulmányozását. A MAT és vállalatai, valamint a külföldi társintézetek—elsősorban szovjet intézmények—között érvényes együttműködési megállapodások által felkínált,

még kiaknázatlanul hagyott lehetőségeket folyamatosan fel kell tárni és mérnökeink továbbképzésének szolgálatába kell állítani.

Műszaki szakgárdánk szakmai továbbképzésében nagy jelentőséget tulajdonítunk a felsőfokú intézményekkel való eddigi kapcsolataink további kiszélesítésének és megerősítésének. Az együttműködés tartalmát és formáit szocialista szerződésekben, vagy más megállapodások keretében lenne célszerű hosszú távra rögzíteni. Elsősorban az alumíniumiparhoz legközelebb álló miskolci és veszprémi egyetemekkel látjuk legsürgősebb feladatnak a kapcsolatok szorosabbá tételét. Elképzeléseink szerint mind az egyetemek, mint az iparág szakembereinek igen hasznos ismereteket eredményezne az illetékes tanszékek és üzemek kölcsönös tapasztalatcseréje. Kutatási és fejlesztési kérdésekben közös célfeladatokat lehetne kitűzni; eredményes végrehajtásuk konkrét ipari megvalósulásokhoz és egyben oktatási célokra alkalmas, új megoldásokhoz vezetne. Az üzemi gyakorlat eredményeinek rendszeres átadása az oktatási intézmények felé saját kutatásaik eredményességét javítaná. Elképzelhető olyan megoldás is, hogy a felsőoktatási intézmények tanszemélyzete, hosszabb-rövidebb időt a MAT vállalatainál töltene el és így közelről ismerné meg azokat a fejlesztési problémákat, amelyek megoldásában az egyetemek közreműködésére is számítunk. Az említett kölcsönös együttműködésre épülő kapcsolati formák természetesen nem szüntetnék meg a ma is élő gyakorlatot, melynek alapján mind a MAT vállalatai, mind az illetékes egyetemek, egyenes konkrét feladatok megoldására, egyedi szerződéskötés formájában vállalkoznak.

Az egyetemekről kikerülő fiatal mérnökök szakmai ismereteinek kiegészítésére általános gyakorlattá kell tenni, hogy mielőtt a tervező és kutató vállalatainknál, illetve a Tröszt központban aktívan kapcsolódnának munkába, *legalább 2—3 éves szakmai gyakorlatot szerezzenek* az ipari üzemekben. A felsőoktatási intézmények illetékes vezetőitől értékes információkat kaphatnánk ezen fiatal mérnökök tanulmányi előmeneteléről, érdeklődési köréről, tehetségéről és szakmai orientálódásáról. Elképzelhető, hogy a diplomatervek kidolgozásának időszakában — ha ezek iparágunk munkáját érintik — a mérnökjelöltek aktívan bekapcsolódjanak a diplomatervük témájának megfelelő üzemek gyakorlati tevékenységébe.

Az idegen nyelvek széles körben való elsajátítása érdekében hatékony intézkedésekre van szükség. Nem fogadható el az az álláspont, hogy csupán szakembereink hozzáállásán és szorgalmán múlik egy-egy idegen nyelv hosszabb-rövidebb időn belül való elsajátítása. Nyelvet tanulni, valóban, elsősorban egyéni elhatározás, akaraterő és szorgalom kérdése, de a lehetőségek nem minden szakemberünk számára egyformán azonosak. Mindazoknak, akiknek egy, vagy két idegen nyelv tudását iparági szempontból fontosnak tartjuk, függetlenül munkakörétől és beosztásától, lehetőséget kell nyújtani az intenzív tanulásra, továbbképzésre. A hagyományos módszerek alkalmazása mellett, a *korszerű nyelvi-laboratóriumokat* kell felhasználni a nyelvtanulás elősegítésére. Ismeretes, hogy ezek a berendezések rendkívül költségesek, ezért célszerűnek látszik egy ilyen nyelvi-laboratóriumot más vállalattal közösen, megosztott költséggel felállítani. Az erre vonatkozó kezdeményező lépések a MAT részéről már megtörténtek. Vállalataink továbbra is támogatják és különböző kedvezményekkel ösztönzik a különböző nyelvi továbbképzési formákat. Mindezek alapján 5—6 éven belül el kellene érni, hogy műszaki szakgárdánk 50—60%-a, vezetőbeosztást betöltő mérnökeink közel 100%-a legalább egy világnyelvet tárgyalóképes szinten elsajátítson.

Végezetül, a műszaki szakgárda továbbképzésének egy rendkívül fontos segédeszközéről, az *információs szolgálat* feladatairól kívánok említést tenni.

A Trösztön belül a feladatok sokrétűségének megfelelően erősen decentralizált információs központok alakultak ki. Ezek a központok az országos információs szervekkel és a NIMDOK-kal együttműködve, sajátosságaiknak megfelelő műszaki, tudományos és marketing jellegű információs rendszereket alakítottak ki; ezek nagyjában és egészében műszaki szakembereink napi munkáját hatékonyan segítik. A műszaki információk mennyiségének robbanásszerű növekedése az alumíniumiparágon belül is időszerűvé teszi egy *központilag szervezett és működtetett információs központ* létrehozását. Az információk megfelelő helyre való áramlását és legcélszerűbb felhasználását csak egy ilyen szervezet létrehozása és funkcionálása képes biztosítani. A megfelelő információknak a megfelelő helyre való juttatását csak szakszerű feltárással, szelektálással, fordítással, dokumentálással, sokszorosítással, a tárolás és hozzáférhetőség biztosításával lehet hatékonyan megoldani. Elismerjük az OMKDK és a NIMDOK eddigi eredményeit, erőfeszítéseit, de ugyanakkor tudomásul kell vennünk azt is, hogy ezek a szervek, éppen területük nagysága miatt, önmagukban képtelenek iparágunkat a fenti követelményeknek megfelelően maradéktalanul kiszolgálni. Az ő szakmai tapasztalataikat és szaktudásukat hasznosítva látjuk megoldhatónak az *Alumíniumipari Tájékoztatási Központ* felállítását. Egy ilyen dokumentációs központ feladatköre fokozatosan szélesíthető, bekapcsolható a marketing tevékenységbe, a tolmácsszolgálat ellátásába, a propaganda munkába stb.

A témakör rendkívül nagy területet felölelő természeténél fogva nem törekedtem teljességre, remélem azonban, hogy a felvetett gondolatok segítséget nyújthatnak mindazok számára, akik az alumíniumiparban dolgozó műszaki szakemberek továbbképzésének gondjaival foglalkoznak és feladataink megoldását szorgalmazzák.

Üzemi hírek

A *Tatabányai Alumíniumkohóban* üzembehelyezett Properzi-6 típusú ötvözetlen durvahuzal öntvehengerlő berendezés március óta üzemel.

*

A MAT készárugyártó üzemei 1971-ben összesen 2500 t készárut gyártottak. Ezen belül mint új termék, megindult a trapézhullámlemezek hazai gyártása a Székesfehérvári KÖFÉM szélesszalaghengerművében előállított szalagokból.

*

Az *Almásfüzitői Timföldgyár* március hónapban kiváló termelési eredményt ért el. A havi 25 000 t-s nedvesüzemi termelés mintegy 300 000 t/év termelési kapacitásnak felel meg.

*

Az új *Ajkai Timföldgyárban* a termelési programnak megfelelően a nedvesüzemi timföld termelés április hóban megindult.

*

Az *Ajkai Alumíniumkohóban* 1972. április 13-án öntészeti bemutatót tartottak, ahol részt vettek a félgyártmány üzemek öntödei szakemberei is. A bemutatóval egybekötött tanácskozáson a tuskóöntés fejlesztésének, valamint a fémkezelési eljárásoknak kérdése szerepelt napirenden.

*

Az *Alumíniumszerkezeti* Üzem szovjet exportra megkezdte 3 db hűtőház panelljeinek gyártását.

*

A *Balassagyarmati Fémipari Vállalat* megkapta az első készáru feladatát. Ennek megfelelően az inotai 200 MW-os csúcserőmű tetőfedését és burkolását, valamint az alumíniumkohóban épülő dróthúzó épület tetőfedését végzik el.

R. O. I.

Alumíniumipari szakemberképzés Miskolcon

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora
Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

Az alumíniumiparnak a felszabadulást követő rohamos fejlődése parancsolólag követelte meg, hogy az Egyetemek és Főiskolák az általuk képzett szakembereket sokkal jobban felkészítsék az előttük álló feladatok megoldására, mint előzőleg. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy az egyes oktatási intézményeknek olyan szakembereket kell az ipar rendelkezésére bocsátaniuk, akik már üzembeállásuk napján teljes értékűek, hanem olyanokat, akik olyan jó alapokkal rendelkeznek, hogy azokra építve, ismereteiket állandóan fejlesztve, képesek lépést tartani az iparág fejlődésével és képesek az iparág fejlesztésében önmaguk is közreműködni.

Ezekből az alapelvekből kiindulva kezdtük el — éppen úgy, mint az ország más egyetemein is — a tanterveket átdolgozni és a szükségleteknek megfelelően állandóan finomítani.

A felkérésnek megfelelően ebben az előadásban nemcsak a kohó-, hanem a bánya-, és kismértékben a miskolci gépészmérnökképzés alumíniumipari vonatkozásairól is fogok beszélni.

Jelenleg a *bányamérnökképzés*en belül a *Földtan és Teleptani Tanszék* foglalkozik a bauxit genetikai kérdéseivel és részletesen ismerteti a magyar bauxitok keletkezését és típusait. Az *Ásvány- és Kőzettani Tanszék* többek között részletesen ismerteti a magyar bauxit ásványait.

A *Geofizikai Tanszék* a különféle nyersanyagok külszíni- és mélyfúrásos kutatási módszereit tárgyalja. Ebben az anyagrészben természetesen benne van az az ismeretanyag is, amelyik a bauxitok kutatásához szükséges.

Az *Olajbányászati Tanszék* vízbányászati ismereteket is közöl, így a hallgató tanulmányai során megismerkedik a karsztvízelhárítás és -hasznosítás kérdéseivel.

A *Bányaműveléstani Tanszék* az oktatott anyag keretén belül ismerteti az ásványvagyon kutatásának és felderítésének, az aknák és tárók, feltáró bányatérségek telepítésének, a feltáró bányatérségekben és folyosókban való szállításnak, a biztosításnak, a méretezésnek az alapelveit, az aknák mélyítési módszereit, szintes bányatérségek és folyosók kihajtásának munkamódját, a tűz- és vízvédelmet, a bányák szellőztetési kérdéseit és részletesen foglalkozik a bauxitbányászati fejtésmódokkal.

Az *Ásványelőkészítéstani Tanszék* olyan elvi kérdésekkel és eljárásokkal foglalkozik, amelyeknek segítségével a kiinduló nyersanyagból értékesebb, gazdaságosabban feldolgozható termék lesz. Az előadott anyag megfelelő részei értelemszerűen bauxitok előkészítésére is vonatkoznak. Az oktatott anyagban az aprítás, osztályozás, dúsítás, tárolás és szállítás kérdései is szerepelnek. Az ásványelőkészítéstani tárgy keretén belül a bányamérnök-hallgatók is megismerik enciklopédikusan a *Bayer*-eljárás technológiáját.

A *Bányagéptani Tanszék* az oktatott anyagon belül részletesen ismerteti a bauxitjövesztésnek és szállításnak speciális kérdéseit és bőven foglalkozik a bauxitbányászatban szóbajöhető gépi berendezésekkel és taglalja az automatizálás lehetőségeit.

A *Bányaméréstani Tanszék* a bányamérési ismeretek oktatása során felruházza a hallgatókat mindazokkal a bányaméréstani ismeretekkel, amelyek a bauxitbányában szükséges lehetnek.

Az előzetesen felsorolt bányász tanszékek oktatási gyakorlatain, a szakmai termelési gyakorlatokon a hallgatók foglalkoznak a bauxitvagyon kutatásával, bányászatával, előkészítési lehetőségeivel és a Tanszékek egyre több olyan diplomatervező feladatokat adnak ki, amelyek bauxittal kapcsolatosak.

A *Kohómérnöki Karon* arra törekszünk, hogy az alapos matematikai, fizikai és kémiai felkészültség birtokában a *metallurgiai szakos* kohómérnökhallgatók fizikai kémiából, a *technológusok* pedig mechanikából megkapják mindazokat a korszerű alapismereteket, amelyek a timföldgyártás, alumíniumkohászat, alumíniumöntészet és alumíniumfeldolgozás színvonalas tárgyalásához szükségesek. Az előzőleg említett két szakon a legfontosabb alapozó szaktárgynak a *fémtant*, a *tüzeléstant* és az *automatikát* tartjuk. Ezekhez a tárgyakhoz jön még hozzá a metallurgiai szakos kohómérnökhallgatóknál az *elméleti kohászattan* és az *elméleti öntészet*, a technológusoknál pedig a *képlékeny alakítás elmélete*.

A négy félévig tartó *fémtan*-oktatásban az általános részben kapják meg a hallgatók mindazokat az ismereteket, amelyek az általános fémekre és fémötvözetekre vonatkoznak. Ebben az anyagrészben a fémek és fémötvözetek tulajdonságainak ismertetése során nagyon sokszor hivatkoznak az alumíniumra és az alumíniumötvözetekre. A fémtannak a kristályosodással, a szilárd halmazállapotban végbemenő átalakulással, a fémek és ötvözetek fizikai, mechanikai, valamint kémiai tulajdonságaival foglalkozó részében nagyon sokszor éppen az alumíniumnál, illetve az alumíniumötvözeteknél tapasztalható jelenségek alapján adják elő az anyagot.

Az előadásokhoz kapcsolódó gyakorlatokon vizsgálják a hallgatók az alumíniumnál és alumíniumötvözeteknél az öntési szövet kialakulásának a módját, az alumínium keményedését és lágyulását, nemesíthetőségét, hő- és villamosvezetőképességét.

Az elmúlt években a hallgatók a *Fémtani Tanszék* által kiadott diplomatervező feladatok keretében alumíniumötvözeteket is vizsgáltak. Tanulmányozták az öntött ötvözetek homogenizálódását, illetőleg az AlMgSi-ötvözet nemesíthetőségének módjait.

A jövőben külön fémtani ágazatos kohómérnökképzés kialakításán fáradozunk. Ennek megvalósulása esetén az érdekelt hallgatók az eddiginél jóval nagyobb terjedelemben fognak foglalkozni az alumínium és alumíniumötvözetek fémtani kérdéseivel.

Az elmúlt időben a *Fémtani Tanszék* irányításával a *Kohómérnöki Kar* több ízben indított *hőkezelő szakos* kétéves *mérnöktovábbképző tanfolyamot*. Ebben a képzési formában is nagy súlyt fektettek az alumíniumra, illetőleg az alumíniumötvözetekre.

A *Tüzeléstani* Tanszék által oktatott anyag az elmúlt időszakban nagymértékben átalakult. Ez alapvetően két jelenségből mérhető le. Az egyik az, hogy az előadott anyagban jóval nagyobb gondot fordítanak az olajjal és a gázzal való tüzelés kérdéseire, a másik pedig az, hogy a népgazdaságban elfoglalt jelentőségének megfelelően egyre többet foglalkoznak az alumíniumipar tüzeléstani kérdéseivel. Az utóbbi nemcsak azt jelenti, hogy az általános tüzeléstani ismeretek közlése során nagyobb gondot fordítanak arra az anyagrészre, amelyik hazai alumíniumkohászati üzemeinkben fontos lehet, hanem azt is, hogy a gyakorlatokon a hallgatók alumíniumipari szakemberek irányításával, az alumíniumkohászatban, öntészetben és a továbbfeldolgozásnál használt kemencék tervezésével, hő- és energiamérlegének elkészítésével is foglalkoznak.

A közeljövőben a *kohászati kemencék* című tárgy az eddigi két félévvel szemben három féléves lesz, és így lehetőség nyílik arra, hogy a harmadik félévben az alumíniumkohászati érdeklődési hallgatók az eddigieknél is elmélyültebben foglalkozhassanak a timföldgyártásnál, az alumíniumkohászatban, az alumíniumöntésnél és -továbbfeldolgozásnál használt kemencék tüzeléstani kérdéseivel.

A tanszék az utóbbi időben évenként 1—2 alumíniumkohászati vonatkozású diplomatervező feladatot ad ki. Ezeknek témája mindig ipari üzemek problémáihoz kapcsolódik és kidolgozásukhoz nagy segítséget nyújtanak az *Aluterv* és a vonatkozó üzemek szakemberei.

A kohómérnökképzésben kb. 10 év óta szereplő *Automatika* című tárgy keretén belül az általános ismeretanyag közlésén túlmenően egyre nagyobb terjedelemben foglalkoznak az alumíniumipar automatizálási kérdéseivel. Ezt talán az bizonyítja legjobban, hogy az eredetileg egy féléves automatika-oktatás jelenleg már három fél-

éves, és a három félévből a harmadikban a fémkohászok elsősorban az alumíniumipar automatizálási lehetőségeivel és módszereivel foglalkoznak.

Az *Elméleti kohászattan, az Elméleti öntészet és a Képlékenyalakítás elmélete* című tárgyakban a hallgatók azokat az elméleti általános ismereteket kapják meg, amelyek a szaktárgy megértéséhez és színvonalas műveléséhez szükségesek. Ezekben a tárgyakban a fémek előállítása és továbbfeldolgozása során lejátszódó folyamatok termodinamikájáról, reakciókinetikájáról és fémfizikai vonatkozásairól van szó. Ezek mellett a hallgatók megismerik az egyes folyamatoknál használható berendezéstípusoknak működési elvét, anyag- és energiamérlegét és szó van ezeknek hő- és energiaforgalmáról, valamint gazdaságosságáról.

Az általános alapelvek jelentős része szoros összefüggésben van az alumíniumiparral, így például az *Elméleti kohászattan* keretén belül szó van a nyomás alatt történő lúgzás, a dekantálás, szűrés, kikeverés, bepárlás, kalcinálás, a pirogén feltárás, az olvadékból való elektrolízis, a háromréteges elektrolízis, a fémek raffinálásánál szóbajöhető eljárások alapelveiről, törvényszerűségeiről és berendezéstípusairól.

Hasonlóképpen kapják meg a hallgatók az Elméleti öntészetben és a Képlékenyalakítás elméletében azokat az általános elvi törvényszerűségeket és összefüggéseket, amelyek az egyes fémek öntésénél és képlékenyalakításánál előfordulhatnak.

Én a magam részéről ezeket az alapozó szaktárgyakat sokkal fontosabbnak tartom, mint magukat a szaktárgyakat, éspedig azért, mert ezeknek színvonalas, megfelelő nívón való elsajátíttatása esetén a végzett mérnöknek bármilyen kohászati problémával meg kell birkóznia. Ezeknek az alapozó szaktárgyaknak a szaktárgyakhoz olyan előkészítést kell adniok, hogy ezeknek a megtanulása ne okozzon különösebb nehézséget.

A szaktárgyak közül a *Fémkohászattan* keretén belül a hallgatók egy egész féléven át hallgatják a timföldgyártást és az alumíniumkohászatot. A timföldgyártásra, illetőleg alumíniumkohászatra vonatkoztatott elméleti alapismeretek birtokában mennek a nyolcadik félévben egy hónapos szakmai gyakorlatra az Ajkai Timföldgyárba és Alumíniumkohóba. Itt egy oktató állandó jelenléte, felügyelete és irányítása mellett csoportokra osztva, naponként 2—2 órát tanulmányozzák a timföldgyártás, illetőleg az alumíniumkohászat egy-egy részfolyamatát, és emellett minden hallgató olyan feladatot kap, amelyiket a Tanszék az üzem javaslata alapján állított össze. Legújabb törekvésünk az, hogy ezeket a hallgatók úgy oldják meg, hogy ezek később az üzemben vagy a tanszéken továbbdolgozva alkalmasak legyenek Tudományos Diákköri pályázatra. Amennyiben a hallgató végzése után az alumíniumiparban szeretne elhelyezkedni, akkor az üzemben megoldandó feladatot, a szokás szerint a nyolcadik félévben kiadott diplomatervező feladattal is próbáljuk összhangba hozni.

A fémkohászati oktatás átalakulása és fejlődése talán éppen ezeken a *diplomatervező* feladatokon mérhető le a legjobban. 1953 óta 133 diplomatervező feladatot adtunk ki és ebből 66 volt alumíniumkohászati tárgyú. Az utóbbi időben ezek mind konkrét üzemi vagy kutatóintézeti témákhoz kapcsolódtak. Minden feladat három részből áll, éspedig irodalmi kutatásból, termodinamikai és reakciókinetikai számításból, valamint kísérleti részből. Mivel a tanszéken nincs meg minden korszerű kutatóeszköz és ezek beszerzése nem is remélhető, iparkodtunk az üzemekkel, kutató- és tervezőintézetekkel, egyetemi tanszékekkel olyan kapcsolatokat kialakítani, hogy a náluk levő nagyértékű kutatóberendezéseket mi is használhassuk. Így tudtunk kiadni olyan feladatokat, amelyeknek a megoldásához nemcsak termomérlegre, derivatográfra, egyszerűbb Röntgen-készülékre volt szükség, hanem röntgendifrakciós vizsgálatra, elektronmikroszkópra, mikroszondára, elektronspinrezonanciamérő berendezésre, olvadékellenállás mérésére, termoanalizátorra, nagy teljesítményű elektronikus számítógépre stb. is. A dolgozatok értékét legjobban az a tény bizonyítja, hogy ezek eredményeit a gyakorlatban felhasználják és több olyan fiatal kohómérnök van az országban, aki jó diplomamunkája alapján kapott jó beosztást és végzése után is diplomatervezőjének témakörében dolgozik tovább.

A *Fémkohászattan* keretén belül az alumíniumkohászati képzést úgy is iparkodtunk állandóan javítani és korszerű szinten tartani, hogy az alumíniumiparból elismert szakembereket hívtunk meg *fakultatív előadások* tartására. Ilyen előadások: timföldipari gépek, olvadékok elektrokémiája, számítógépek felhasználása az alumíniumkohászatban, a világ alumíniumkohászatának helyzete, ritka- és tisztafémek kohászata. Ezeknek az előadásoknak egy részét a meghívott előadók a kötelezően felveendő tanszéki tárgyak óraszámainak a terhére tartották.

A jövőben a metallurgiai szak fémkohász ágazatán belül az önálló tárgyként szereplő *Könnyűfémek kohászatát* két félévesre kívánjuk bővíteni elsősorban azért, hogy a hallgatók timföldgyártásból és alumíniumkohászatból az eddigieknél is elmélyültebb alapismereteket szerezhessenek.

Az alumíniumipar jelentőségének megfelelően iparkodtunk az alumíniummal kapcsolatban az öntészet és a képlékeny alakítás területén is az eddigieknél többet nyújtani.

Így a metallurgus szak öntészeti ágazatán a tantervreform után a *Fémöntészet* önálló tárgyként szerepel. Ennek a tárgynak az anyagában foglalkoznak az alumínium formaöntödékben előforduló anyagokkal, munkálatokkal és berendezésekkel, ismertetik a présöntés félfolyamatos és folyamatos öntés alapelveit és berendezéseit, és foglalkoznak a kész öntvények hő- és felületkezelésével.

A technológus kohómérnökhallgatók 1966 óta hallgatják az önálló *Könnyűfémek képlékeny alakítása* című tárgyat. Ebben foglalkoznak a félfolyamatos és folyamatos tuskóöntéssel, az öntvehengerlő eljárásokkal, a meleg és hideg hengerléssel, a hőkezeléssel, kikészítőberendezésekkel, különleges termékek előállításával, alumíniumfóliahengerléssel, a sajtolással, a huzalgyártással, kovácsolással, mélyhúzással stb.

Mind az öntészetből, mind a könnyűfémek képlékeny alakításából kapnak a hallgatók diplomatervező feladatokat, és a vonatkozó tanszékek tudományos munkásságukban is évről évre többet foglalkoznak az alumíniummal.

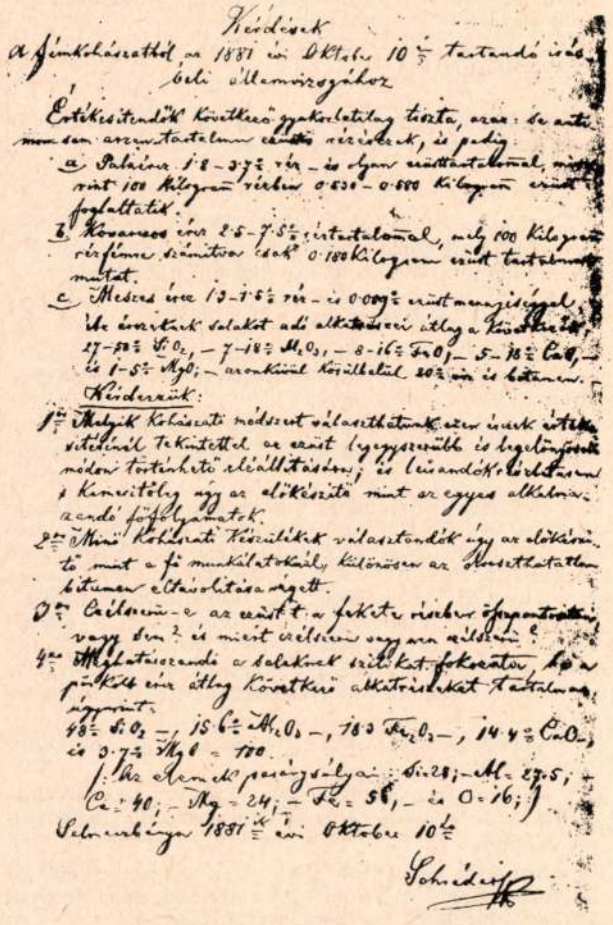
A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem *Gépészmérnöki Karán* a *vegyipari gépészek* is kapnak az alumíniumiparral kapcsolatos képzést, amennyiben részletesen foglalkoznak elsősorban a timföldgyártásban használatos gépi berendezések tervezésével és üzemeltetésével.

Az előzőleg elmondottakban hézagosan és nem mindig arányosan iparkodtam szemléltetni azt, hogy a Felszabadulás után a *Nehézipari Műszaki Egyetemen* a képzés milyen mértékben iparkodott igazodni az alumíniumipar igényeihez. Tudom, hogy ezen a téren még sok tennivalónk van, és ezekről sokat beszélgetünk, vitatkozunk, azt azonban mégegyszer szeretném hangsúlyozni, hogy véleményem szerint, a tudományos forradalommal együttjáró robbanásszerű fejlődést az egyetemről kikerült fiatal mérnökök csak úgy fogják tudni nyomon követni, ha az egyetemen olyan elmélyült alapismereteket kapnak az alaptárgyak, alapozó szaktárgyak és szaktárgyak keretén belül, amelyekre egyéni vagy szervezett továbbképzéssel időről időre építeni tudnak. Csak így képzelhető el az, hogy a *Gyulay* professzor úr által többször emlegetett 6—7 évenként megújuló ismeretanyagot könnyűszerrel el tudják sajátítani és képesek lesznek az alumíniumipart állandóan fejleszteni, az itt adódó feladatokat színvonalasan megoldani.

Az egyetem tanszékei nevében köszönöm az alumíniumipar szakembereinek az oktatásban nyújtott eddigi segítségét és azt kérem, hogy a mérnökképzés színvonalának állandó növelése érdekében kísérjék figyelemmel az egyetem munkáját, szellemileg és anyagilag is segítsenek bennünket abban, hogy az alumíniumiparnak évről évre jobban képzett mérnököket adhassunk.

A Fémkohászattani Tanszék hírei

A diplomatervező feladatok között két régi, a Fémkohászattani Tanszéken őrzött feladatot közlünk, melyek közül az egyik *Selmecbányán* kelt 1881-ben, a másik pedig 1917-ben és érdekessége, hogy *Széki János* professzor úr a fémkohászat dicső emlékű nagyja adta a nemrég elhunyt *Stasney Albert* akkori kohómérnök hallgatónak, az ábrázoló geometria későbbi professzorának.



Kérdések
a fémkohászathoz az 1881 évi Október 10-i tartandó szóbeli államvizsgához

Értékesítendők körülbelül gyakorlatilag tiszta, arra: se antimon- se arzenttartalmuk ellen kifogás nincsen, és pedig:
a) Palásvas 1·8–3·7% vas – és olyan unalomtartalommal, mint ami 100 kilogram vasban 0·530–0·680 kilogram ónt foglaltatik.
b) Kovácsvas ónt 2·5–7·5% értartalommal, mely 100 kilogram vasfémre számítva csak 0·180 kilogram ónt tartalmaz mutat.
c) Mészes ónt 13–15% vas – és 0·09% ónt meghaladó mennyiséggel; de ónértékek szoktak adni alkalmazási átlag a következőket, 17–50% SiO_2, – 7–18% Al_2O_3, – 8–16% FeO, – 5–18% CaO, – és 1–5% MgO; – arra kívül körülbelül 20% víz és bitumen.

Kérdeznek:
1) Melyik kohászati módszert választhatnák ezen ércek értékesítésénél tekintettel az ezért lehető legegyszerűbb és legolcsóbban módon történhető előállításukra; és leírandók röviden a konvertálás úgy az előkészítő mint az egyes alkalmazandó folyamatok.
2) Milyen kohászati készülékek választandók úgy az előkészítő mint a fő munkálatoknál, különösen az összethatatlan bitumen eltávolítása végett.
3) Célszerű-e az ércet a fokkén vízben összemosatni vagy nem és miért célszerű vagy nem célszerű?
4) Megfelelő-e a salakok szükséges fokozatos, hogy a fokkén vízben átlag körülbelül alkotórészeket tartalmazzanak, úgymint:
48% SiO_2, – 15% Al_2O_3, – 18·3 Fe_2O_3, – 14·4% CaO, és 0·7% MgO = 100.
Az elemek porsúlyai: Si = 28; – Al = 27·5; – Ca = 40; – Mg = 24; – Fe = 56; – és O = 16;
Selmecbánya 1881 évi Október 10-i

Schréder

Államvizsgai írásbeli feladat a fémkohászattanból az 1917. évi márciusi kari államvizsgához

Stasney Albert úr részére.

Rendelkezésre áll évenként 2000 tonna 97·2%-os Pb-t tartalmazó nyers ólom, amely 300 munkanapon (24 órás) át Betts eljárása szerint elektrolitikus úton finomítandó. A telepet úgy méretik meg, hogy az egyes fürdőben (cellákban) az elektródák párhuzamosan (parallel), viszont maguk a cellák sorban (sorosan) egymásután legyenek kapcsolva. Minden cellát 20 anódával látunk el; az anódák 700 kg súlyúak és 800 kg összsúlyban nyúlnak be az elektrolitba. Az elektrolízisnél alkalmazott áramerősségül 1 m² hatásos anódafelületre 120 amper jut, amelyből az ólom kiválásánál számítva 90% hasznosítható. A feszültségesés cellánként 0·6 volt.

Kiszámítandó:
1. A bomló cellák száma.
2. Az elektrolízisben alkalmazandó dynamó áramának nagysága (amper) és feszültsége (volt) a gép sarkain mérve.
3. Hány lóerő kell leadni a dynamót hajtó villamosnak, ha a dynamó hatásfoka 92%?

Selmecbánya, 1917. március hó 10.

Széki János
főiskolai rendes tanár.

Kukla Ferenc

diplomatervező feladata

Konzulens: *Wieder Nándor* tudományos munkatárs

Bíráló: *Dr. Zámbó János* igazgató

Az ismertetőt összeállította: *Wieder Nándor* tudományos munkatárs

A diplomatervező munka három részfeladat megoldásából állt.

Az első részben részletesen ismertette az utolsó 10 év irodalma alapján azokat a módszereket és berendezéseket, amelyek a bauxitok ásványtani összetételének megállapítására használhatók. Ezek:

a) a differenciál termikus analízis és derivatográfia,
b) a röntgendiffrakciós módszerek, mint a *Debye—Scherrer* módszer és a diffraktométeres módszer,
c) a spektroszkópia,
d) fluoreszcens röntgen-színképelemzés,
e) elektron-mikroszondás elemzés,
f) optikai (emissziós) színképelemző módszer,
g) infravörös spektroszkópia,
h) neutronaktivációs analízis.

A második részben ismerteti az adott bauxitminta

a) kémiai elemzésének eredményét,

b) ásványos összetételének derivatográfiás vizsgálatával,

c) röntgendiffraktométerrel,

d) elektron-mikroszondával kapott adatokat, továbbá

e) a bauxit nyomelemeinek színképelemző módszerrel kapott elemzési eredményeit.

A harmadik részben közli a bauxitban levő tiszta ásványok, mint a hidrargillit, böhmit, diaszpor, különböző helyekről származó kaolinit, göthit, limonit, kalcit, dolomit derivatogramjait.

A diplomamunkához a jelölt a *Fémipari Kutató Intézettől* nagyon nagy segítséget kapott.

Sápi Lajos

diplomatervező feladata

Konzulens: *Szepessy Andrásné* tanársegéd

Bíráló: *Dr. Czeglédi Béla*, a műszaki tudományok kandidátusa

Az ismertetőt összeállította: *Sápi Lajos* okl. kohómérnök

A *ritka és sugárzó fémek* egyre nagyobb mértékű felhasználásával előtérbe kerültek a különféle oldószeres extrakciós eljárások. Ezt az tette szükségessé, hogy a színfém tisztítása igen nehezen és költségesen valósítható meg, így a szennyezőket a redukcióhoz kerülő vegyületekből távolítják el. Különösen fennáll ez a probléma urán esetében, ahol az ún. reaktortisztaságú uránvegyü-

letekben a szennyező mennyisége csak milliomod részeket tehet ki. A diplomaterv első része az uránt tartalmazó oldatok feldolgozásánál használható extrakciós technológiák irodalmi áttekintését tartalmazza.

Az oldószeres extrakció a szerves foszforvegyületek alkalmazásával terjedt el igen széles körben, mivel vizes tisztítási oldatból, de feltárási zagyból is jól extrahálják az uránt. Szerkezetüket tekintve a szerves foszforvegyületek két csoportba oszthatók:

Savas foszforvegyületek (alkil-foszforsav, alkil-foszforossav).

$$UO_{2\,\text{vizes}}^{2+} + 2NO_{3\,\text{vizes}}^{-} + 2RPO_{\text{szerves}} \rightleftharpoons UO_2(NO_3)_2(RPO)_{2\,\text{szerves}}$$

Az extrakció molekulakomplex képződésen keresztül játszódik le.

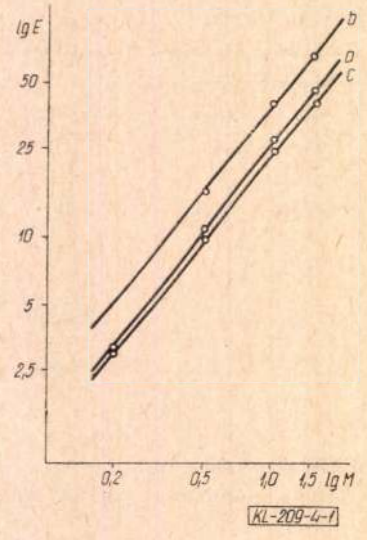
A diplomatervező feladatban nagy savkoncentrációjú (6 N) salétromsavas oldatból kellett az extrakciót elvégezni, ilyen körülmények között irodalmi adatok alapján a tri-n-butil-foszfát (TBP) látszott a legmegfelelőbb extrahálószernek.

$$UO_2^{2+} + 2\,NO_3^- + n \cdot TBP \rightleftharpoons UO_2(NO_3)_2 \cdot nTBP$$

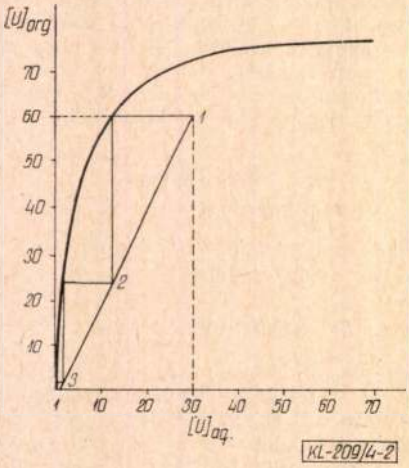
A megoszlási hányados (E) a következőképpen írható fel:

$$E = \frac{C_{\text{szerves}}}{C_{\text{vizes}}} = \frac{[UO_2(NO_3)_2 \cdot n\text{TBP}]}{[UO_2^{2+}]}$$

ahol C_{szerves} és C_{vizes} — az urán egyensúlyi koncentráció a szerves és vizes fázisban.



1. ábra. Molviszony meghatározása



2. ábra. Ellenáramú fokozatok számának meghatározása

Kénsavas oldatból az extrakció ionkomplex képződés keresztül a következőképpen játszódik le:

$$UO_{2\,\text{vizes}}^{2+} + 2HK_{\text{szerves}} \rightleftharpoons UO_2K_{2\,\text{szerves}} + 2H_{\text{vizes}}^{+}$$

A savkoncentráció növekedése láthatóan az alsó nyil irányába tolja el a reakciót, tehát csak alacsony savkoncentráció mellett használható.

Semleges foszforvegyületek (alkil-foszfátok, foszfonátok, foszfinátok, foszfinoxidok)

A megoszlási hányados és az egyensúlyi állandó (K) között a következő összefüggés írható fel:

$$E = K \cdot [TBP]^n$$

Változtatva a szerves oldat TBP-koncentrációját (hígítószer petróleum) n értéke meghatározható, mivel a n értéke állandó hőmérsékleten állandó. *(1. ábra).*

$$1\,g\,E = 1\,g\,K + n \cdot 1\,g\,[TBP]$$

n értéke mindhárom savkoncentrációnál (a = 6,5 N, b = = 4,2 N, c = 2,0 N) 1,3—1,4 közé esik, mivel az egyenesek párhuzamosnak tekinthetők.

A TBP nemcsak az uranilnitrátot, de a salétromsavat is extrahálja az előbbivel megegyező mechanizmus szerint.

Az ellenáramú extrakció fokozatszámának meghatározásához szükséges az uránizotermák felvétele. Az izoterma meghatározása 6 N salétromsavas oldatból, 30 perces érintkezési idővel történt, az extrahálószer 1 m-os petróleumos TBP-oldat volt. Az urántartalmat 30 g/l-ről 1 g/l-re kellett lecsökkenteni. A vizes-szerves arányt 2 : 1-nek választva a fokozatszám meghatározásának menete a *2. ábrán* látható. Az extrahálószer savfelvétele miatt azt megfelelő normalitású savval átrázva savra telítetté kell tenni.

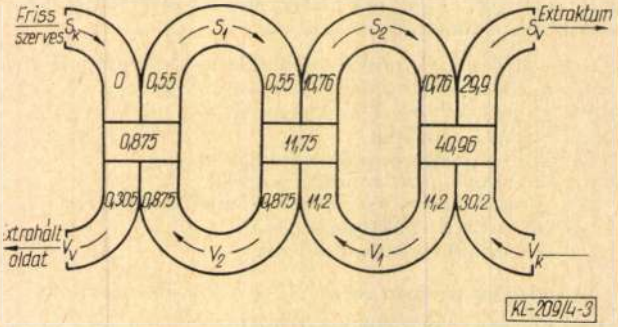
A szerkesztés alapján 1 g/l urántartalom eléréséhez 3 fokozat szükséges.

Az ellenáramú extrakciót megvalósítva, a számított lépcsőszám helyességéről az anyagmérleg ad tájékoztatást *(1. táblázat).*

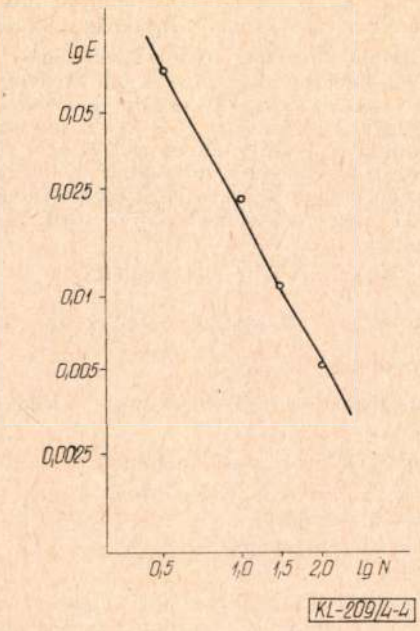
A harmadik fokozatot elhagyó vizes oldat 0,305 g/l uránt tartalmaz, s mivel ez 1 g/l alatt van, az izotermák felvétele és a fokozatszám meghatározása jó.

1. táblázat

Fokozatszám	Vizes fázisból átment urán		Uránfelvétel, g	Eltérés, g
	g	%		
I	19,00	62,91	29,9 — 10,76 = 19,14	+0,14
II	10,32	34,19	10,76 — 0,55 = 10,21	—0,11
III	0,57	1,88	0,55 — 0 = 0,55	—0,02
Veszteség	0,305	1,02		
Összesen	30,20		29,9	—0,305



3. ábra. Ellenáramú háromfokozatú extrakció anyagárama



4. ábra. A megoszlási hányados változása az NH_4HCO_3-koncentrációval

A gyakorlati anyagáram a *3. ábrán* látható. Az anyagáram helyessége a következő módon ellenőrizhető:

$$V_v—S_k = V_2 = S_1 = V_1—S_2 = V_k—S_v = \text{konst.}$$

Jelen kísérletnél a konstans 0,30—0,32 közé esik, mely állandónak tekinthető, s így az anyagmérleg jó.

A szerves fázisba tisztán átkerült és koncentrálódott urán visszanyerésére több mód kínálkozik. Legelterjedtebb az NH_4HCO_3 telített oldatával történő reextrakció, amely a szerves oldat uránoldó képességét erősen leszorítja. A *4. ábrából* látható, hogy az NH_4HCO_3 koncentrációjának növekedésével (0,5—2,0 N-ra) a szerves és vizes fázis közötti uránmegoszlási hányados milyen nagy mértékben lecsökken. Hátránya az ammoniumhidrokarbonátos reextrakciónak, hogy a szerves fázis által felvett sav jelentős mennyiségű karbonátot fogyaszt.

Zombori Ferenc

diplomatervező feladata

Konzulens: *Dr. Káldor Mihály* tanszékvezető egyetemi tanár
Dr. Szíklavári Károly docens
Bíráló: *Dr. Hegedüs Zoltán* Csepeli Fémmű Kísérlet-Kutatás vezetője
Az ismertetőt összeállította: *Zombori Ferenc* okl. kohómérnök.

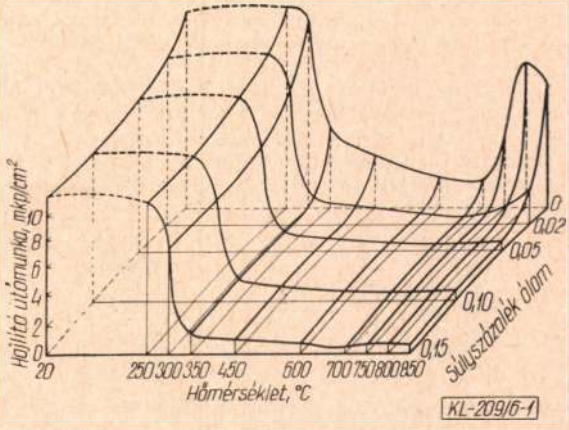
A diplomatervező feladat, amely az ólomtartalmú sárgaréz cériumos mikroötvözésével foglalkozik, három fő részből áll.

Az első rész röviden ismerteti a ritka földfémek legfontosabb tulajdonságait és kohászati felhasználási területeit. Összefoglalja a sárgarezek ólomtartalmának káros hatásával, valamint a cériumos mikroötvözés javító hatásával foglalkozó irodalmi közléseket.

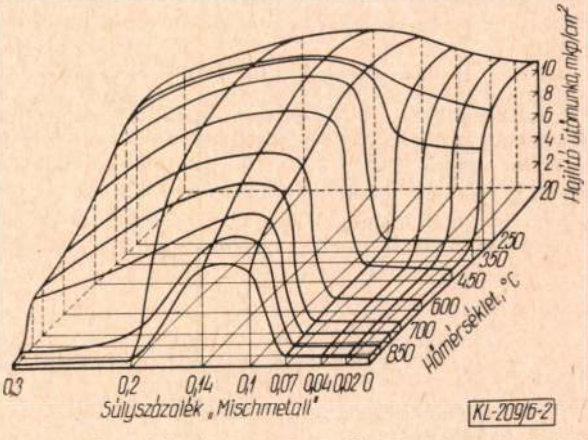
A második rész tartalmazza a vizsgált ötvözetek egyes alkotóinak oxidációjára, leégésére vonatkozó számításokat, amelyek alapján megállapítható, hogy a sárgarézbe ötvözött kis mennyiségű cérium oxidálódik elsőként, tehát igen nagyméretű leégésre lehet számítani. Az ólom viszont a számítások szerint nem, vagy csak igen kis mértékben oxidálódik.

A harmadik rész a kísérletek leírását, eredményeit és értékelésüket tartalmazza.

A kísérletek céljára készített két Sr 72 ötvözetsorozat (Pb = 0...0, 15%, Ce = 0,3%) lehetőséget nyújtott az ólom és a cérium egyenkénti és együttes hatásának vizsgálatához. Az ötvözeteken elvégzett vizsgálatok a következők voltak: szakítóvizsgálat, keménységmérés, hajlító ütővizsgálat, színképelemzés, mikroszkópos szövetvizsgálat, elektronmikroszkópos és mikroszondás vizsgálat. A változásokat a legjobban a hajlító ütővizsgálat mutatja, amelynek eredményei az *1. és a 2. ábrán láthatók.*



1. ábra. Az Sr 72 sárgaréz hajlító ütőmunka értéke a hőmérséklet és az ólomtartalom függvényében



2. ábra. A 0,1% ólomtartalmú Sr 72 sárgaréz hajlító ütőmunka értéke a hőmérséklet és a cérium („mischmetall") tartalom függvényében

A vizsgálati eredmények röviden a következőkben foglalhatók össze:

— már 0,02% ólom jelentősen rontja az Sr 72 ötvözet melegalakíthatóságát, hidegalakításnál az ólom káros hatása sokkal gyengébb;
— az ólom nincs hatással a szemnagyságra;
— az oldhatóság feletti ólom cseppalakú kiválások formájában jelenik meg;
— cériumos ötvözés hatására jelentősen javul az ólomtartalmú sárgaréz melegalakíthatósága;
— a cérium nincs hatással a szemnagyságra;
— az optimális cériummennyiség az ólomtartalom 1—1,5-szerese között található;
— az optimálisnak talált cériummennyiségből és a leégés, valamint az oldódás mértékéből $CePb_3$ típusú intermetallikus fázis képződése tételezhető fel, amely magas olvadáspontja révén nem okoz melegalakításnál repedést, törést;
— az optimálisnál nagyobb cériumtartalom a melegalakíthatóság romlását okozza.

Sulyok András

diplomatervező feladata

Üzemi konzulens: *Szabó Lászlóné*, okl. kohómérnök
Egyetemi konzulens: *Mihalik Árpád* adjunktus
Bíráló: *Dr. Stefán Mihály*, a műszaki tudományok kandidátusa
Az ismertetőt összeállította: *Sulyok András* okl. kohómérnök

Diplomatervező feladat első része az utolsó 10 év irodalma alapján ismerteti a réz grafittégelyben, vákuumindukciós kemencében való olvasztásának technológiáját, az olvasztásnál figyelembe vehető folyamatokat. Az irodalmi összefoglalóban szó van termikus disszociáció lehetőségéről, Cu – O – C-rendszer termodinamikai vizsgálatáról, a réz és alkotóinak párolgásáról, gázok rézben való oldhatóságáról, tégely-olvadék közti folyamatokról.

A második részben kísérletek alapján vizsgálja adott összetételű és mennyiségű réz összetételének a vákuummal és az olvasztási idővel való változását. A KFKI HEREAUS — típusú vákuumindukciós kemencéjében, grafitelektródákból készült tégelyben olvasztották az alábbi összetételű rezet:

O_2	0,0255%
H_2	0,00021%
Fe	0,0014%
Ag	0,0006%
Pb	0,0004%

Az olvasztásnál az I. sorozatban állandó hőmérséklet és nyomás mellett az olvasztási idő, a II. sorozatban állandó hőmérséklet és olvasztási idő mellett az össznyomás változott.

Az oxigént BALZERS EXHALOGRAPH EA-201 készülékkel, a szennyezőket színképelemzéssel határozták meg.

Az elemzési eredményeket az *1. táblázat* foglalja össze. A táblázat adataiból látható, hogy a réz grafittégelyben jól dezoxidálható. A dezoxidáció a megolvadást követő percekben heves, a kísérleteknél 2,0 perc alatt a kiinduló oxigéntartalom 96,4%-kal csökkent. Dezoxidációt elősegíti az olvadék feletti össznyomás csökkentése.

A szennyező elemek közül az Fe, Mg, Si és Ca koncentrációja nem változott a nyomás, illetve olvasztási idő függvényében. Az olvadék raffinálását elősegíti az olvasztási idő növelése és az össznyomás csökkentése.

A diplomaterv harmadik része a grafittégelyben végbemenő dezoxidációs reakció kinetikáját tárgyalja. A dezoxidáció sebességét a Cu_2O-molekula diffúziós sebessége szabja meg. Ezt bizonyítja a Cu – O – C-rendszerben a termodinamikai egyensúlynak megfelelő és a tényleges oxigénkoncentráció összehasonlítása. Feltételezve, hogy az oxigénkoncentráció hely és idő függvényében változik, *Fick* II. törvénye szerint, ha D = diffúziós állandó = konstans;

$c(x; O) = c_k$; $c(O; t) = c_e$ feltételek mellett:

$$c(x; t) = c_k + (c_e - c_k)\left[1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)\right]$$

Ebben az összefüggésben:

c a pillanatnyi koncentráció x helyen, t időpillanatban [mol/cm³],

c_e az egyensúlyi koncentráció [mol/cm³],

c_k a kiindulási koncentráció [mol/cm³],

x a rétegvastagság [cm],

D a diffúziós állandó [cm²/sec].

t az idő [sec].

c_e a maradó oxigénkoncentrációhoz képest elhanyagolható és így az egyenletet tovább egyszerűsíthetjük.

$$c(x; t) = c_k \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

$T = 1503$ °K-on $x = 7{,}0 \cdot 10^{-2}$ cm

$D = 1{,}6 \cdot 10^{-4}$ cm²/sec

adatokkal számolva a reakciókinetikai változások figyelembevételével adódó, a termodinamikai egyensúlyból számított és a kísérletileg mért oxigénkoncentrációkat a *2. táblázat* mutatja.

1. táblázat

I. sorozat; $T = 1150$ °C; $p = 10^{-3}$ Torr						II. sorozat; $T = 1150$ °C; $t = 5$ perc					
próba	olvasztási idő, perc	szennyezők, ppm				próba	össznyomás, torr	szennyezők, ppm			
		O_2	Pb	Ag	Fe			O_2	Pb	Ag	Fe
1	—	255	5	6	14	8	100	19	4	6	14
2	0,5	182	3	3	14	9	1	15	2	4	14
3	2,0	8,8	—	1	14	10	0,1	14	—	1	14
4	3,0	9,0	—	1	14	11	10^{-3}	11	—	1	14
5	5,0	9,1	—	1	14	12	10^{-4}	3,5	—	—	14
6	10,0	8,9	—	1	14						
7	30,0	8,5	—		14						

2. táblázat

Vákuumozási idő, perc	Össznyomás, torr	Oxigénkoncentráció, ppm		
		termodinamikai egyensúlyból számolva	kinetikai változásból számolva	kísérletileg mért
2	$1{,}0.10^{-3}$	$1{,}1.10^{-11}$	$7{,}10.10^{-3}$	$8{,}8.10^{-4}$
3	$1{,}0.10^{-3}$	$1{,}1.10^{-11}$	$5{,}70.10^{-3}$	$9{,}0.10^{-4}$
5	$1{,}0.10^{-3}$	$1{,}1.10^{-11}$	$4{,}50.10^{-3}$	$9{,}1.10^{-4}$
10	$1{,}0.10^{-3}$	$1{,}1.10^{-11}$	$3{,}25.10^{-3}$	$8{,}9.10^{-4}$
30	$1{,}0.10^{-3}$	$1{,}1.10^{-11}$	$1{,}80.10^{-3}$	$8{,}5.10^{-4}$

Bozó Katalin

diplomatervező feladata

Konzulens: *Szepessy Andrásné* tanársegéd, *Dr. Wéber József* tud. munkatárs.
Bíráló: *Dr. Laboda Sándor* műszaki igazgatóhelyettes
Az ismertetőt összeállította: *Szepessy Andrásné* tanársegéd.

A jelölt diplomatervező feladatának első részében az elmúlt 10 év szakirodalmának áttanulmányozása alapján az ezüstraffinálás elméleti alapjait és a gyakorlatban elterjedt raffináló eljárásokat foglalja össze. Az elméleti alapokon belül a folyamatok termodinamikai értékelését, valamint a kristályképződés és növekedés mechanizmusát részletezi. A gyakorlati megvalósítással kapcsolatban az elektrolit tisztítását, az anódmaradvány és

1. táblázat

$AgNO_3$	HNO_3	10^{-3} A/cm² 0,025 A		10^{-2} A/cm² 0,25 A		10^{-1} A/cm² 2,5 A	
3 n	0 n	0,055 V	0,045 V	0,304 V	0,273 V	2,40 V	1,91 V
	0,1n	0,052 V	0,043 V	0,286 V	0,246 V	2,25 V	1,808 V
	1 n	0,044 V	0,041 V	0,201 V	0,188 V	1,75 V	1,01 V
1 n	0 n	0,0612 V	0,048 V	0,38 V	0,29 V	2,88 V	2,13 V
	0,1n	0,0546 V	0,044 V	0,324 V	0,25 V	2,80 V	2,02 V
	1 n	0,042 V	0,037 V	0,194 V	0,162 V	1,86 V	0,9 V
0,5n	0 n	0,0623 V	0,0503 V	0,4096 V	0,3056 V	3,3040 V	2,28 V
	0,1n	0,056 V	0,0458 V	0,352 V	0,256 V	3,175 V	2,15 V
	1 n	0,041 V	0,0328 V	0,189 V	0,1456 V	1,92 V	0,824 V
hőmérs.		25 °C	50 °C	25 °C	50 °C	25 °C	50 °C

Az egyes mérések átlagfeszültség értékei

2. táblázat

$AgNO_3$	Áramsűrűség $1 \cdot 10^{-3}$ A/cm²		$1 \cdot 10^{-2}$ A/cm²		$1 \cdot 10^{-1}$ A/cm²	
3 n	98,94	95,72	97,48	94,87	95,09	93,24
1 n	94,18	83,01	93,34	80,83	90,54	80,11
0,5 n	91,00	73,25	90,11	71,95	88,55	71,59
hőmérs.	25 °C	50 °C	25 °C	50 °C	25 °C	50 °C

-iszap feldolgozását, valamint az ezüstben dús és rézben dús ezüst-ötvözetek raffinálásánál szóbajöhető munkamódokat és kádkonstrukciókat tárgyalja.

A feladat második részében a Fémkohászattani Tanszéken végzett kísérletek eredményei alapján a raffinálás fontosabb paraméterei és a leválasztott ezüst mennyisége, valamint minősége közötti összefüggéseket igyekszik tisztázni. Azonos összetételű elektródok között elektrolizálva, a szennyezők hatását kiküszöbölve, vizsgálja az elektrolit ezüstnitrát- és salétromsavtartalmának, az áramsűrűségnek és a hőmérsékletnek a kádfeszültségre *(1. táblázat)* és az áramhatásfokra *(2. táblázat)* gyakorolt hatását.

A mérési eredményekből megállapítható, hogy az adott határok között változtatott paraméterek közül a kádfeszültségre a hőmérséklet van a legnagyobb hatással, ennek növelése csökkenti legjobban a kádfeszültséget.

Az áramhatásfok szempontjából a szabad savtartalom és az ezüstnitrát-koncentráció hatását érdemes értékelni. 0,1-nál nagyobb salétromsavkoncentráció, valamint az elektrolit ezüstnitrát-tartalmának csökkenése rontja az áramhatásfokot.

A különböző körülmények között leválasztott ezüst minőségét a katód felületéről készített makrofelvételek alapján hasonlítja össze.

A diplomafeladat harmadik részében, saját mérési eredményei alapján, az elektrolitos raffinálás paramétereinek a gazdaságosságra gyakorolt hatását értékeli. Saját kísérletei és az üzemi elektrolízis közötti alapvető különbségek (azonos összetételű elektródok, kis méretek stb.) miatt az összehasonlításnál nem a fajlagos önköltség, hanem a fajlagos energiafogyasztás

$$N = a \frac{E}{\eta}, \text{ kWh/kg}$$

minimuma az összehasonlítási alap.

A számítás eredményeiből kitűnik, hogy a fajlagos energiafogyasztás az áramsűrűség csökkenésével, ill. a szabad salétromsav- és ezüstnitrát-tartalom, valamint a hőmérséklet növekedésével határozottan csökken. A továbbiakban utal arra, hogy a tényleges üzemi körülmények az így meghatározott N-értékeket várhatóan hogyan módosítják.

Puskás Ferenc

diplomatervező feladata

Konzulens: *Riedl István* egyetemi adjunktus

Bíráló: *Dr. Várhegyi Győző* igazgatóhelyettes

Az ismertetőt összeállította: *Riedl István* egyetemi adjunktus

A feladat első részében irodalmi adatok alapján ismertette a vanádium előfordulásának, felhasználásának, vanádiumoxidok, a nátriumvanadát-oldatok előállításának módszereit és ezek tisztításának lehetőségeit. Ezen belül a kristályosítást, a szennyezők és a vanádium megkötésén alapuló eljárásokat, ioncserés és extrakciós eljárásokat tárgyalja.

Az utóbbiak a legkorszerűbbek a nagy fémkihozatal, a végtermék minősége és a technológia automatizálhatósága miatt. Külön részben tárgyalja a savas és az ammonvanadáton keresztül történő V_2O_5-előállítást.

Megemlíti, hogy az utóbbi években elektrokémiai úton is próbálkoztak V_2O_5 előállításával. Ezek a módszerek könnyen irányíthatók és nem is költségesek. Hátrányuk, hogy az arzén és fluor zavarja a folyamatokat.

Az irodalmi részt a jelölt a *Magyaróvári Timföldgyár* vanádiumüzemében használt gyártástechnológia ismertetésével fejezi be. Ez hosszú fejlődési folyamatban alakult ki és jelenleg is változik a rendkívül dinamikusan változó vanádiumpiac minőségi követelményei miatt.

A diplomatervező második részében a jelölt különböző foszfor- és arzéntartalmú oldatból különféleképpen állított elő tiszta nátriumpolivanádátot. Az eredmények összehasonlíthatósága érdekében azonos kísérleti körülményeket tartott (oldat mennyisége, pH-ja, hőmérséklete, oltóanyag mennyisége, keverés intenzitása, leválasztási időtartam).

Az adódott, hogy a szennyezőanyagtartalom növekedésével csökken a V_2O_5 leválási hatásfoka, nő a termék szennyezettsége. A kiinduló vanádiumkoncentráció csökkentése növeli az anyalúgban maradó V_2O_5 mennyiségét. A továbbiakban a nátriumvanadátoldatból ammóniumvanadátot állított elő és ennek savazásával nátriumpolivanadátot ejtett ki. Ezt a polivanadátot izzította. Megállapította, hogy az optimális izzítási hőmérséklet 500 °C, az izzítási idő 2 óra. Ilyenkor várható ugyanis a maximális arzéntelenítés. Megkísérelte a mintákat $KClO_3$ és $(NH_4)_2SO_4$ jelenlétében is izzítani. Úgy találta, hogy az oxidálás növeli az arzén kiégését.

A különféleképpen előállított mintákat derivatográfos és röntgenvizsgálattal minősítette. A polivanadátok izzításánál a kötött víz 180—250 °C-on távozik el, az ammónia 350—360 °C-on. Az izzítás során az ammónia redukálja a V_2O_5-t, ez azonban az olvadáspont előtt visszaoxidálódik.

Az izzított polivanadátok lényegesen kristályosabbak, mint a szárítottak. V_2O_5 önálló fázisként csak a

98%-nál több V_2O_5-öt tartalmazó mintákban jelenik meg.

A kísérletek alapján új polivanadát előállítási technológiát javasol. Megvalósítás esetén nincs szükség a gipszezés költséges és munkaigényes műveletére, hanem csupán a polivanadát-leválasztás körülményeit kell megváltoztatni.

A diplomatervező harmadik részében a jelölt — az általa kidolgozott technológia alapján — gazdaságossági számításokat végzett a különböző minőségű V_2O_5-termékek előállítására.

A 0,05% As-tartalmú terméknél 8102 Ft/t, a 0,005% As-tartalmúnál 11 891 Ft/t megtakarítás érhető el.

A jelölt a diplomatervében javasolt technológiát a *Mosonmagyaróvári Timföld- és Műkorundgyárban* újításnak adta be.

Műszaki és gazdasági hírek

Jamaicában bejelentették, hogy *Nemzeti Bauxit Bizottság* néven tanácsadó hivatalt állítanak fel. A hivatal — amelynek fő feladata az ország bauxitkincsének hatékony felhasználása lesz — szoros kapcsolatban fog állni az országban működő külföldi alumíniumipar vállalatokkal.

(Mining Journal 1972. április 28.)

*

Az *Amax Bauxite Corporation* tervei szerint ez év szeptember—októberében a nyugat-ausztráliai *Kimberley*-i bauxitbányában megkezdik a kitermelést. A kormány az Amax-nak további kutatási engedélyt adott.

Jelenleg a bauxitüzem finanszírozása a legnagyobb probléma, ezért az Amax a vállalkozáshoz partnereket keres.

Kimberley-ben egy timföldüzemet is létesítenek, melynek évi kapacitása 1,2 millió tonna lesz. E kapacitást a jövőben 2,4 millió tonnára kívánják bővíteni. A tervek szerint 24 km-es vasútösszeköttetést hoznak létre a bánya és a timföldüzem között.

(Metal Bulletin 1972. április 21.)

*

A japán *Mitsui Mining* és *Ardeco* cégek által alapított Chofu Alumina társaság elhalasztotta Shimonosekiben (Dél-Japán) épülő évi 500 ezer tonnás timföldgyárának üzembeállítását. Az eredeti tervek szerint a létesítmény 1974-ben kezdte volna el a termelést, ezt azonban 1976-ra módosították. A döntés okát az alumíniumpiac jövőbeli várható depressziójával és környezetvédelmi intézkedésekkel indokolták.

Az új timföldüzem a Mitsui cég által a Salamon-szigeteken kitermelt bauxitot fogja feldolgozni.

(Metal Bulletin 1972. április 18.)

*

Napjainkban a *környezetvédelem* szerepe állandóan fokozódik és megszoktuk, hogy az egyre szigorúbbá váló intézkedések betartása a termelési költségek növekedését váltotta ki. Az ausztrál alumíniumipari konszern, az *Alcoa* bejelentése viszont éppen azért érdemel figyelmet, mert a fokozódó környezetvédelmet össze tudják egyeztetni a termelési költségek csökkentésével.

Az alumíniumiparban a környezetszennyezés elsődleges problémája a timföldgyártás során keletkező vörösiszap marónátron tartalmának csökkentése. A vörösiszapban visszamaradó nátriumhidroxid ugyanis lefelé mozog és szennyezi a föld alatti vízkészleteket. Az Alcoa tervei szerint a meddőhányóra kerülő vörösiszap marónátron tartalmát 1,0—2,5%-ra fogják csökkenteni, s az ily módon „előállított" nátriumhidroxidot visszavezetik a termelésbe.

A nátriumhidroxid előállításának jelentőségét hűen tükrözi az a tény, hogy az ausztrál társaság *kwinanai* timföldüzemében a marónátron előállításának költségei elérik a gyártelep energiaköltségeit. A kwinanai ütemben egy millió tonna timföld-előállításához 100—200 ezer tonna marónátront használnak fel.

(Mining Journal 1972. április 28.)

*

Japán 5 alumíniumtermelőjét, az *NLM*-t s *Showa Denko*-t, a *Sumitomo Chemical*-t, a *Mitsubishi Chemical Industries*-t és a *Mitsui Alumínium*-ot érzékenyen érinti az ország gazdaságának pangása, melynek következtében stagnál az alumínium iránti kereslet és csökkennek az árak.

Az érdekelt vállalatok egy bizottságot kívánnak létrehozni, mely megfelelő intézkedéseket hozna e nyomasztó helyzet megoldására.

Március végén a japán alumíniumkészletek elérték a 177 000 tonnát. A termelők szerint 1973 márciusban a készletek nagysága valószínűleg meghaladja majd a 200 000 tonnát még abban az esetben is, ha az 1972/1973-as pénzügyi évben a termelést 1 millió tonnára korlátozzák.

(Metal Bulletin 1972. május 2.)

*

A francia *Pechiney* konszern *hollandiai vlissingeni* alumíniumkohója jelenleg a technikailag lehetséges 80 ezer tonnával szemben évi 60 ezer tonnás szinten üzemel. A társaság tervei szerint a 85 ezer tonna/év teljesítményű második elektrolizáló részt 1974-ben állítják majd üzembe.

(Metal Bulletin 1972. május 2.)

*

Júliusban éri el a teljes előirányzott termelést a *titográdi* alumíniumkomplexum 1. fokozata, ahol évi 50 ezer tonna nyers alumíniumot, 200 ezer tonna timföldet és 25 ezer tonna szénelektródát állítanak majd elő. Jelenleg 35 ezer tonna/év-es szinten működő alumíniumkohó és a timföldüzem működik. A timföldüzemben 58%-os Al_2O_3 tartalmú bauxitot dolgoznak fel, amelyet a *Miksic*-i bányából termelnek ki.

A létesítmény második fokozata később lép be a termelésbe. Az előzetes tervek szerint akkor évi 800 ezer tonna timföldet és 200 ezer tonna alumíniumot állítanak majd elő.

(Metal Bulletin 1972. április 25.)

*

Az *Alusuisse* elnöke 1971-es évet elemző beszámolójában közölte, hogy a túlkínálat és a nyomott alumíniumárak miatt üzemei csak 85%-os kapacitáskihasználással működtek. A kohóalumínium-termelés 10%-kal maradt el az 1970. évi szinttől.

A bauxit- és timföldtermelésről szólva az elnök beszámolt arról, hogy *Gove*-ban (Észak-Ausztrália) 1971 tavaszán megkezdődött a bauxitbányászat. Az évi összes termelés meghaladta az 1 millió tonnát. *Sierra Leonében* egy új mosóüzemet létesítettek, ugyanitt a termelés kb. 30%-kal emelkedett. Az Alusuisse tulajdonában levő dél-franciaországi bányákban a termelés csak kismértékben nőtt. Olaszországban csökkent a termelés, az *Abruzzi*-i és *Apulia*-i bányák gyakorlatilag kimerültek.

A *Gove*-ban létesített timföldüzem termelése várhatóan ezen a nyáron éri el az 500 000-ik tonnát. A *Bergheim*-i timföldüzem bővítése befejeződött. Olaszországban a kis *Porto Maghera*-i üzemet 1972 januárjában bezárták.

(Metal Bulletin 1972. május 12.)

*

Értesülések szerint *Spanyolországban*, *Dillagarcia de Aresa*-ban timföldüzemet fognak létesíteni, melyben a *Banco del Noeste of Corunna* már bejelentette érdekeltségét.

Jelenleg a spanyol kormány tanulmányozza a tervet. Az üzemeltető — esetleg néhány külföldi társaság bevonásával — az INI lenne. Az üzem tervezett évi kapacitása 1 millió tonna és lehetőség nyílna timföld exportra is.

Spanyolországnak jelenleg nincs timföldüzeme, szükségletét teljes mértékben import útján elégíti ki. A múlt évi behozatal 265 000 tonna volt. A legnagyobb szállítók *Guinea*, *Jamaica* és *Franciaország* voltak.

(Metal Bulletin 1972. május 9.)

L. D.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

100 éves a hazai kohómérnökképzés
és a Vaskohászattani Tanszék

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. SZEPTEMBER HÓ
9

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel: 127-084, 318-926

TARTALOM

Jubileumi ünnepi ülés a Nehézipari Műszaki Egyetemen a hazai kohómérnökképzés megindításának és a Vaskohászattani Tanszék megalapításának 100. évfordulója alkalmából ... 385
DR. ZAMBÓ JÁNOS: Megnyitó ... 385
DR. NÁNDORI GYULA: 100 éves a hazai kohómérnökképzés ... 386
DR. SIMON SÁNDOR: 100 éves a Vaskohászattani Tanszék ... 390
Jubileumi tanszéktörténeti kiállítás ... 397
HAMMER FERENC—FARKAS SÁNDOR—CSÉPAI DEZSŐ: Nagy teljesítményű acélgyártó kemencék korszerű tűzálló anyagai és karbantartási módszerei ... 400
KATONA LÁSZLÓ—DR. PŐCZE LÁSZLÓ: Kohászati kemencék falazatkopásának ellenőrzése és mérése radioaktív izotópok segítségével ... 407
Értesítés külföldi konferenciáról ... 411
Beszámoló külföldi konferenciáról ... 412
Beszámolók konferenciákról ... 412
Korszerű külföldi üzemek ismertetése ... 413
Egyesületi hírek ... 414
Könyvismertetés ... 415
Műszaki és gazdasági hírek ... 416

FÉMKOHÁSZAT

DR. DOBOS GYÖRGY—SOLYMÁR KÁROLY—HORVÁTH GYULA: A vörösiszap komplex feldolgozása Magyarországon ... 417
Az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottságának második teljes ülése (befejező rész) 427
Színesfém külkereskedelmünk az NSZK-val 1971-ben ... 431
MOTIM Konferencia ... 431
Műszaki és gazdasági hírek ... 432

ÖNTÖDE

BUZA BARNA: Temperöntvények beömlőrendszerei ... 193
I. PIASKOWSKI—W. WIERZCHOWSKI: Hőkezelt gömbgrafitos öntöttvas mechanikai tulajdonságai és a kémiai összetétel hatása ... 197
Könyvismertetések ... 202, 207
KÜLKEY DÉNES: Hosszú öntött acélcsövek hazai gyártása ... 203
Vastagfalú öntvények gömbgrafitos öntöttvasból ... 208
Szakosztályi hírek ... 214

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,—Ft. Egyes példányok ára: 15,—Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293. Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
72.9., 17605 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM ГОД JAHRGANG YEAR 105

SZÁM № Nr. No. 9

SZEPTEMBER СЕНТЯБРЬ SEPTEMBER SEPTEMBER 1972

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Ф. Хаммер—Ш. Фаркаш—Д. Чепи: **Жаростойкие материалы сталеплавильных печей большой мощности и методы ремонта** ..... **С 400**

На основе полученных опытов за границей авторы сообщают о конструкции и ремонте доменной печи современного сталеплавильного завода СМ. Описание таких способов технологии и ремонта, при помощи которых можно достичь годность свода в течение 800—900 плавок и годность решетки в течение 2500 плавок.
Технология кислородно-конвертерного сталеплавильного завода, применяющего предварительный нагрев железного лома и ремонт жаростойкой стены конвертера. Ремонт боковых стен дуговых печей насыпанием.
Оценка приобретенных опытов и отечественные задачи.

Л. Катона—д-р Л. Посзе: **Контроль износа стен доменных печей и измерение износа с помощью радиоактивных изотопов** ..... **С 407**

Авторы сообщают о проведенном контроле с помощью радиоактивных изотопов износа стен центробежной доменной печи емкостью 800 Кг при эксплуатации. Контроль износа стен был проведен на основе известного соотношения между измеренной мощностью дозы и температурой, измеренной на панцире. Опыты, полученные при проведении исследований, связанные с металлургией и жаростойкими материалами.

Д-р Г. Добош—К. Шоймар—Г. Хорват: **Комплексная обработка железистого шлама в Венгрии С 417**

Авторы показывают необходимость обработки железного шлама, перечисляют несколько таких методов, с которыми можно считаться в ближайшем будущем при промышленном осуществлении обработки. В статье подробно рассказывается о таком венгерском методе, который был испытан в лабораторных, полупромышленных и промышленных масштабах. Показывается восстановимость железистого шлама, сообщается о фазах образующихся в процессе окомкования и усадки шлака, указывается возможность использования железного комка и вторичного шлама.

INHALT

F. Hammer—S. Farkas—D. Csépai: **Die zeitgemässen feuerfesten Werkstoffe und die Instandhaltungsverfahren von Hochleistungs-Stahlwerksöfen** ..... **P 400**

Auf einer Studienreisen wurden Erfahrungen gesammelt über Konstruktion und Instandhaltung eines zeitgemässen SM-Stahlwerkes. Technologische und Instandhaltungsmethoden, mit denen eine Gewölbehaltbarkeit von 800 bis 900 Chargen und eine Gitterhaltbarkeit von 2500 Chargen erreicht wurde. Die Instandhaltung des Ofenfutters von Sauerstoff-Aufblaskonvertern, welche mit Vorwärmung des Schrotteinsatzes arbeiten. Die Ausbesserung der Seitenwände von Lichtbogenöfen durch Aufstreuen. Die Auswertung der Erfahrungen der Studienreise mit Blickpunkt auf die einheimischen Anwendungsmöglichkeiten.

L. Katona—Dr. L. Pőcze: **Kontrolle und Messung der Abnutzung des Mauerwerkes von metallurgischen Öfen mit Hilfe von radioaktiven Isotopen P 407**

Kontrolle der Mauerabnutzung eines 800-Tonnen Rundmischers mit radioaktiven Isotopen. Im Kenntnis der gemessenen Dosisleistung und der am Ofenpanzer vorhandenen Temperatur kann die Mauerabnutzung auf Grund der Temperatur festgestellt werden. Die bei der Untersuchungen gesammelten metallurgischen und feue feuerfestkundlichen Erfahrungen.

Dr. Gy. Dobos—K. Solymár—Gy. Horváth: **Die komplexe Verarbeitung von Rotschlamm in Ungarn P 417**

Die Verfasser unterstreichen die Notwendigkeit der Rotschlammverarbeitung und zählen einige Verfahren auf, die bei der industriellen Realisierung in naher Zukunft in Frage kommen. Sie beschreiben ein ungarisches Verfahren, das im Laboratorium, im Versuchsbetrieb und im Grossbetrieb bereits ausprobiert wurde. Sie erwähnen weiter die gute Reduzierbarkeit des Rotschlammes, beschreiben die bei der Agglomerierung und Schlackensinterung gebildeten Phasen sowie die Verwertbarkeit der agglomerierten Eisenklumpen und des Sekundärschlammes.

CONTENTS

F. Hammer—S. Farkas—D. Csépai: **Modern refractories in high output steelmaking furnaces and methods for their maintenance** ..... **P 400**

From the experiences of a study tour the authors describe the construction and maintenance of a modern open hearth furnace. They present technological and maintenance procedures which permit the achievement of roof lives of 800—900 charges and regenerator brickwork lives of 2500 charges. Plant technology of an oxygen converter steel plant using preheated scrap and maintenance of the converter refractory lining. Repair of arc furnace walls by spraying. Evaluation of experiences; our tasks in this field.

L. Katona—Dr. L. Pőcze: **Control and measurement of lining wear in metallurgical furnaces by radioactive isotopes** ..... **P 407**

The authors describe the control of lining wear in an 800 Mp circular mixing kiln by a method using radioactive isotopes. The control of lining wear is based on temperature, in the knowledge of the relationship between the measured dosage output and the temperature measured on the armour. Metallurgical and refractory technological experiences gained in the tests.

Dr. Gy. Dobos—K. Solymár—Gy. Horváth: **The complex processing of red mud in Hungary** **417**

The authors discuss the necessity of processing the red mud and list some processes which might be taken into account in commercial realization in the near future. A detailed description is given of a Hungarian process which has been tested at the laboratory, pilot plant and commercial scale. The paper also touches on the ready reducibility of red mud, on the phases formed during agglomeration and slag sintering and on the utilization of iron nodules and secondary mud.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, BOROSSAY BÉLA, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, DR. MOCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZÓKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 9. szám 1972. szeptember

Jubileumi ünnepi ülés Nehézipari Műszaki Egyetem a hazai kohómérnökképzés megindításának és a Vaskohászattani Tanszék megalapításának 100. évfordulója alkalmából

A jubileumi ünnepi ülésen mintegy 120 meghívott vendég vett részt, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, a KGM, a kutató intézetek, valamint a kohászati üzemek képviseletében az NME Kohómérnöki Karának oktatói mellett.

Az Elnökségben (lsd. *1., 2. kép* balról-jobbra) a következők foglaltak helyet: *Csépányi Sándor*, az OKÜ vezérigazgatója, *Serfőző József*, az MM-képviselője, *Dr. Horváth János*, a MAVAE vezérigazgatója, az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának elnöke, *Karsai Ferenc* főosztályvezető, a KGM képviselője, *Dr. Nándori Gyula* egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar dékánja, *Dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, a Vaskohászattani Tanszék vezetője, *Dr. Zambó János* egyetemi tanár, a Nehézipari Műszaki Egyetem rektora, *Dr. Havasi Béla* gépészmérnök, a miskolci Városi Pártbizottság első titkára, *Bárczi Béla* kohómérnök, a miskolci Városi Tanács elnöke, *Dr. Romvári Pál* egyetemi tanár, a NME Pártbizottságának titkára.

A következőkben — a jubileumi ünnepi ülés megörökítéséül — teljes terjedelmében közöljük az ünnepi ülésen elhangzott előadások szövegét és ismertetjük a jubileumi kiállítás anyagát.

MEGNYITÓ

Dr. Zambó János egyetemi tanár,
a Nehézipari Műszaki Egyetem rektora

A Nehézipari Műszaki Egyetem Tanácsa, oktatói kara és dolgozói nevében szeretettel és tisztelettel köszöntöm mai centenáris ünnepségünk minden kedves résztvevőjét. Engedjék meg, hogy külön szeretettel köszöntsem ezen a napon Kohómérnöki Karunk oktatóit és dolgozóit. Szeretettel és tisztelettel köszöntöm ünnepségünkre érkezett vendégeinket, a Kohó- és Gépipari Minisztérium, a Művelődési Minisztérium, a Városi Pártbizottság, a Városi Tanács, a nagyüzemek itt megjelent igen kedves képviselőjét.

1. kép. Dr. Zambó János egyetemi tanár, a Nehézipari Műszaki Egyetem rektora megnyitó beszédét tartja

2. kép. Dr. Simon Sándor egyetemi tanár, a Vaskohászattani Tanszék vezetője ünnepi beszédét tartja

Száz évvel ezelőtt a Vaskohászati Tanszék életre hívásával megkezdődött hazánkban az önálló kohómérnökképzés. Száz évvel ezelőtt a kohászat oktatása elvált a bányászattól. Elvált, de sohasem szakadt el tőle, együtt maradt vele jóban és rosszban mind a mai napig, és meggyőződésem, hogy e két testvéri szak mindvégig együtt is fog maradni. Nem a hely, nem az a tény, hogy egy földrajzi helyen, Selmecbányán, Sopronban és Miskolcon folyt együtt a jövő generációinak képzése, oktatása, tudományainak ápolása és fejlesztése, nem ez a tény kötött össze bennünket, hanem elsősorban szakmáink súlyos fontossága, összekötött bennünket az a tudat, hogy mindkét szakma alapvető, örök emberi igényeket elégít ki, összekötött bennünket az a kitüntetően felemelő érzés, hogy mindkét szakma a szó igazi és nemes értelmében férfiakat kíván meg lent a bányák mélyén csakúgy, mint a nagyolvasztók mellett. Legyen éppen ezért e mai megemlékezés egyben tiszteletadás is ezeknek a férfiaknak, akik a szó szoros értelmében arcuk verejtékével termelik meg nap mint nap a nyersvasat, az acélt, az alumíniumot, modern életünknek e nélkülözhetetlen alapanyagait, amelyek nélkül nincs az emberi munkát megkönnyítő gép, nincs modern közlekedés, és nincs korszerű építkezés. Adózzunk tehát ezen a napon is tisztelettel azoknak a férfiaknak, akik egyre inkább elkényelmesedő életünkben is megmaradtak a munka nehezebb oldalán.

Biztos vagyok abban, hogy el fog jönni az a kor, amikor a technikai haladás következtében teljes lesz a gépesítés és az automatizálás. De egy dologról nem szabad elfelejtkeznünk. Ezeket a gépeket és ezeket az automatikákat mindig újra és újra kell termelni, s az ezekhez szükséges alapanyagot mindig elő kell teremteni, még ezután is, még holnap is, még holnapután is le kell menni a föld mélyébe, s oda kell állni a tikkasztóan meleg olvasztók mellé. Ezért kell ma is tisztelettel emlékeznünk azokról a férfiakról, akik ma is a legnehezebb munkát vállalják.

A Kohómérnöki Kar az elmúlt száz évben a kohómérnökök egész sorát bocsájtotta ki szárnyai alól, és tette ezt mindig úgy, hogy nemcsak magas szakmai ismeretekre oktatta őket, de megtanította őket a munka, a munkás ember és a szakma szeretetére is. Érjen el a Kohómérnöki Kar az elkövetkező időkben is hasonló nagy sikereket tudományágának fejlesztésében, az oktatási módszerek bővítésében, érjen el sikereket abban, hogy ezután is olyan mérnököket fog kibocsátani szárnyai alól, akik lelkesen fognak dolgozni, akik minden idegszálukkal arra törekszenek, hogy mindig újat, mindig haladót alkossanak. Legyenek a mi fiatal mérnökeink olyan emberek, akik sohasem felejtik el: azért, hogy minden este városaink fényárban úszhatnak, hogy munkahelyeink és otthonaink minden nap kényelmesen melegek, hogy nap mint nap özönlenek azok a gépek, melyek megkönnyítik az emberi munkát kint a földeken, a gyárakban és az otthonokban egyaránt, azért hogy gyermekeink tanulhatnak, hogy népgazdaságunk milliárdokat áldozhat egészségünk megóvására, a tudomány és a művészetek ápolására; vannak és lesznek férfiak, akik mindezért nem kényelmes körülmények között fognak dolgozni, vannak és lesznek férfiak, akiknek arcáról holnap sem fogjuk tudni letörölni az izzadságot. És ha nem is tudjuk, legalább mindenkor tisztelettel adózzunk nekik.

Szent meggyőződésem, hogy a Kohómérnöki Kar a jövőben is erre fogja nevelni ifjúságát. Meggyőződésem, a Kohómérnöki Kar minden oktatója ezt nem csak tudja, de így is cselekszik. Meggyőződésem az is, hogy a Kohómérnöki Kar minden oktatója tisztában van azzal is, hogy amikor erre tanítja ifjúságát, legalább annyit tesz, mint amikor a szakma legmagasabb ismereteibe vezeti be őket. Ez ad biztos reménységet arra, hogy a Kohómérnöki Kar az elkövetkezendő időkben is sikereket fog elérni, amihez egyetemünk többi kara, Gépészmérnöki Kar, a Bányamérnöki Kar, a két Főiskola, egyetemünk oktatói és dolgozói nevében a Kohómérnöki Kar minden oktatójának és dolgozójának őszinte szívvel kívánok jó erőt és jó egészséget.

100 ÉVES A HAZAI KOHÓMÉRNÖKKÉPZÉS

Dr. Nándori Gyula egyetemi tanár,
a Kohómérnöki Kar dékánja

Tisztelt ünneplő közönség, kedves vendégeink, kollégáink, barátaink!

Megtisztelő feladat és megbízatás végigtekinteni a kohómérnökképzés multján napjainkig, az elmúlt 100 esztendő történetén. Egy nyugtalan, forrongó évszázad múlott el, ahol a gazdasági és politikai változások három fontos időszaka jellemzi a korszakot. A még régi fényében csillogó, de már hanyatló korában élő Osztrák—Magyar Monarchia évtizedei, az I. világháborút követő nacionalista úri Magyarország nehezen összeállott félfeudális és kapitalista rendszer időszaka, majd a felszabadulást követő korszak, a szocialista Magyarország építésének és folyamatosan fejlődő időszakának 27 esztendeje. A 100 esztendőből 47 éven át Selmecbányán, a két világháború között 26 éven át Sopronban, majd a felszabadulást követő mai időszak 27 évében túlnyomórészt Miskolcon valósította meg a Kohómérnöki Kar, illetve elődei a szakemberképzést, a kohómérnök nemzedékek nevelését. Az elmúlt 100 esztendő alatt nem csupán a világ térképén ment végbe jelentős változás. Alapvető politikai és forradalmi események zajlottak le. A tudomány és technika területén végbement rendkívül nagy fejlődés közvetlen résztvevői és munkatársai lettek volt tanítványaink és kollégáink. A kohómérnöki munkakör, hivatás művelői széles területen kapcsolódtak az alapanyagiparhoz, akár közvetlenül fémeket állítottak elő, akár készfémek tovább feldolgozásában, tulajdonságainak változtatásán munkálkodtak. Így az elmúlt 100 év folyamán napjainkig a kohómérnöki tevékenység területe az egyik fontos, alapvető iparág, amelynek termelési képessége és színvonala meghatározta a társadalom gazdasági és közvetve civilizációs szintjét és fejlettségét. Aligha lehet okunk kételkedni abban, hogy ez a következő 100 évben sem fog jelentősen megváltozni.

Az 1872-ben a Selmeci Bányászati Akadémiára beiratkozott és az akkori reformtanterv szerint végzett hallgató még nem látott repülőgépet, nem hallgatott rádiót, az idei új tanévben beiratkozott hallgató már helyszíni közvetítést látott a Holdról és kezében hordja korszerű táskarádióját. Leegyszerűsítve a tudomány és a technika rohamos fejlődését, ezt tekinthetjük két kiragadott szimbólumnak a társadalom anyagi fejlődésének jellemzésére. A technikai fejlődés csúcsai önmagukban még szimbolikusan sem jellemezhetik a korszerű társadalmat, mert a közlekedés, a kereskedelem, az általános anyagi ellátottság és sok egyéb tényező épp olyan fontos jellemzője a fejlett életkörülményeknek. A fémes anyagokat termelő és feldolgozó tevékenység emberi hasznosságát sem közgazdasági, sem filozófiai okfejtéssel nem lehet kétségbevonni. Ezt jellemzi napjaink gazdasági viszonyainak értékelése is. Legjelentősebb hazai értéktermelő és feldolgozó ipari vállalatok rangsorában az első 5 nagy vállalat között 3 nagy kohászati üzemünk is helyet foglal. A legutóbbi évtizedben hazai iparfejlesztésünkben a kohászati ipar és az ehhez kapcsolódó melegtechnológiai feldolgozó iparágak közvetlen részesei a szocialista Magyarország által nyújtott általános jólétnek és anyagi fejlődésnek.

A hazai kohómérnökképzés szálainak eredetét a XVIII. század első felében megtalálhatjuk. Az elmúlt évtizedben megjelent irodalmi összefoglalók a 200 évnek történetéből sok érdekes, gazdag, sok részletre kitérő anyagot tartalmaznak. A selmeci bánya, kohó és pénzverő tisztek száma a XVIII. század első felében évi 8—22 fő között változott, az 1763-as átszervezéskor a kohászat, kémia és ásványtan még egy tantárgy keretében került előadásra. *Jacquin Miklós* és *Scopoli János* nevéhez fűződik a mai kohászképzés kezdeti fejlesztése. A selmeci Bányászati Akadémián a tanulmányi idő 1846-ig három tanév volt. A második tanévben szerepelt a Chemie und Metallurgie c. tantárgy (amit a kémia és metallurgia professzora adott elő).

Az alap- és szakismeretek növekedése miatt a három tanév már az 1840-es évek elején nagyon szűknek bizonyult. A szakismeretek növekedése elsősorban a kohászati ismeretekben volt érezhető.

Hosszas előkészítés után 1846. X. 6-i legfelsőbb rendelkezés alapján indult az új, négy tanéves tanulmányi rend Selmecen, ennek keretében szerepelt a vegy- és kohászattan tanszék feladatai közt a kémlészet és kohászat tantárgy oktatása.

1856-ban új tantervtervezetet készítettek, ebben szerepelt első ízben a bányászati és kohászati oktatás elválasztása aképpen, hogy a IV. tanévben a bányász szakot választók az egész tanéven át a bányászatot, a kohász szakot választók pedig a kohászatot tanulják, a másik szakot pedig csak kivonatosan, enciklopédikusan ismerjék meg.

1866. VII. 5-én új legfelsőbb rendelkezés arról intézkedik, hogy a vegytan és fizika oktatása választassék külön a kohászat-kémlészettől, és külön tanárt kapjon a kohászat és a kémlészet.

1867-ben bekövetkezik a kiegyezés, magyarrá válik a selmeci akadémia. Ekkor távozik *Curter Ignác*, a vegytan-kémlészet-kohászat eddigi professzora, és 1868. X. 1-én tesz esküt *Kerpely Antal*, mint a kohászattan tanára. 1870. V. 28-án nevezik ki a fémkohászat tanáraúl Schréder Rezsőt. Az intézmény ekkor az átszervezés állapotában van.

Átugorva tiszteletre méltó elődeink neveit és tevékenységüknek méltatását, az első 100 év alatt 1870-ig 4384 bányász (kohász) hallgató iratkozott be a Selmecbányai Akadémiára, és ha nehezen is becsülhető ma már a megszerzett absolutóriumok száma, úgy évi 20—30 fő egységes bánya-kohómérnök szerezhetett végzettséget az Akadémián. Jelentős évforduló az 1870-es esztendő, ekkor ünnepelte a Selmecbányai Akadémia 100 éves fennállását. Emlékkönyveket adtak ki és új főhatóságának a kiegyezés utáni Magyarország Pénzügyminisztériumát jelölték ki. Az új oktatási reformtervet *Farbaky István* akadémiai tanár készítette és az akkori uralkodó jóváhagyása után 1872-ben vezették be. Ezt az időpontot tekintjük az önálló kohómérnökképzés kezdetének. Ennek a nevezetes évfordulónak szenteljük mai ünnepségünket. Az 1872-es reform bevezetése után a kohászati képzés ideje 3 év, szakosztályainak megoszlása: Fémkohászat: *Schréder Rezső*, Vaskohászattan: *Kerpely Antal*, Általános és Vasgyári géptan: *Farbaky István* professzorok vezetésével. Az újjászervezett Akadémia első igazgatója Pöschl Ede.

Az új keretek között folytatott kohómérnökképzés igen jelentős eseménye, hogy 1894-től az okleveles bányász és kohász helyett az okleveles bánya- és kohómérnök megnevezés szerepel a kiadott akadémiai okleveleken. Jelentős évfordulónak tekinthető a kohómérnökképzés történetében az 1904-es esztendő is, amikor az OMBKE javaslatára, kezdeményezésére az akadémiai képzés idejét 4 évre emelték, megváltoztatták az intézmény nevét Bányászati és Erdészeti Főiskola megnevezéssel. A főiskola igazgatói címét rektori címre változtatták. Az újjászervezett főiskola első rektora *Fodor László*, az ábrázoló geometria tanszék vezetője volt. Lényegében 1934-ig ebben a szervezeti formában történt a kohómérnökképzés. Fontos időpontnak tekinthető az 1919-es esztendő, amikor az I. világháborút követő átmeneti időszakban a főiskola Sopron városában kapott ideiglenes elhelyezést. A régi feljegyzésekből kitűnik, hogy a főiskola tanári kara ebben az időszakban többször hangoztatta azt a törekvését, miszerint Selmecbánya a gyorsan fejlődő ipari településektől távol, kisvárosi környezetben nem teljesítheti azt a feladatát, amelyet a Budapesti Műszaki Egyetem a maga kedvező körülményei között nagyobb eredménnyel láthat el. Különösen serkentőleg hatott a Selmecbányáról történő áttelepülés érdekében az a körülmény, hogy a Budapesti Műszaki Egyetem 1901-től megkapta a habilitáció és doktorrá avatás jogát. A főiskolai tanács 1905-ben kezdeményezte a Budapestre történő áthelyezés megindítását. Az akkori körülmények között a szándék megvalósulását az eltérő vélemények nem tették lehetővé. Hasonló kezdeményezés született 1917-ben, amikor Hermann Miksa professzor előterjesztésére egy önálló bányász, kohász, gépész műszaki egyetem megalapítását szorgalmazták Kassa székhellyel. Ekkor fogalmazta meg Hermann Miksa professzor

első alkalommal a Nehézipari Műszaki Egyetem megnevezést. Az I. világháborút követő gazdasági válság és területi változások ennek megvalósulását lehetetlenné tették. A főiskola végleges soproni elhelyezésére 1923-ban került sor, és lényegében az 1952-ben történt miskolci áttelepülésig Sopron városa nyújtott otthont a kohómérnökképzésnek. A főiskolai tanács 1929-ben kezdeményezte a Budapesti Mérnöki Kamaránál a Bányászati és Erdészeti Főiskolának a doktorrá avatás és a magántanári cím adományozásának jogát. Ez a szándék 1931-ben valósult meg, ebből az alkalomból az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület rektori és dékáni láncot készíttetett a főiskolai tanácsa részére, amelyek 1935-ben készültek el, de lényegében 1959-ben a Nehézipari Műszaki Egyetem Miskolcon rendezett 10 éves jubileuma alkalmából kerültek első alkalommal használatba. 1934-ben a nevezetes egyetemi reform keretében a Bányászati és Erdészeti Főiskolát egyetemi rangra emelték, amellett a szervezeti felépítés bizonyos visszafejlődést szenvedett, amikor is a tanszékek száma 26-ról 22-re csökkent, az oktatási időt azonban 4,5 évre emelték. Ilyen szervezeti formában folyt az egységes kohómérnökképzés több-kevesebb változtatással 1949-ig. Az 1949-es 23. törvény végrehajtása eredményeképpen megalakult Miskolcon a Nehézipari Műszaki Egyetem, s a Kohómérnöki Kar 1952-ben véglegesen a jelenlegi helyére költözött. Az egyetemi szervezet kialakulása 1959-ben rendeződött, miközben az oktatási idő 5 évre bővült, s a fokozatos fejlődés folyamán jutottunk el napjainkban kialakult kohómérnökképzés kedvező körülményeihez. Az 1963-ban kezdeményezett oktatási reform keretében tanszékeink száma kettővel növekedett, 1965-ben az Automatika és Öntészeti Tanszék alapításával. Nem kívánok részletesen elmélyedni a rendkívül bonyolult és sokrétű oktatási és szervezési tevékenységben, de az elmúlt két évtized alatt a Kohómérnöki Kar olyan kedvező körülmények közé került, hogy évi 60—100 kohómérnök képzésére alkalmas feltételek kialakulása megvalósult. A jelenlegi körülményeink között az elmúlt 100 év történelmének egyik legjelentősebb, oktatási feltételeit tekintve egyik leggazdagabb korszakát éljük.

Napjaink kohómérnökképzésének adottságai, körülményei sok vitára nyújtanak lehetőséget. Felvetődnek olyan gondolatok, hogy a jelenlegi keretek között végzett képzés az ipar igényeinek megfelelő mennyiségben történik-e, vagy sem? A kohómérnökképzés jelenlegi feltételei mellett a szakosítás és ágazatosítás mértéke meghaladja-e a népgazdaságunk jelenlegi igényeit vagy mértéktartóan illeszkedik a szocialista iparban lehetséges munkahelyek számához? A 100 esztendős megemlékezés ünnepélyes tartalmát nem csökkenti, ha több időszerű kérdésből a képzési létszám és a szakosított képzés gondjait kiemeljük.

Ha az elmúlt 4 évtized nehezen összegyűjthető adatait áttekintjük, úgy a következőkről tájékozódhatunk. A Magyar Mérnök és Építész Egyesület kimutatása szerint 1933-ban 215 alkalmazott kohómérnök került nyilvántartásba. Ez a létszám 1945-ig feltehetően kismértékben változhatott a létszámnövekedés irányába. 1953-tól 1971-ig a Nehézipari Műszaki Egyetemen 985 okleveles kohómérnök végzett, ebből levelező és esti hallgatók száma 215 fő. A beszerezhető adatok szerint jelenleg Magyarországon közel 1400 kohómérnöki oklevéllel rendelkező kollégánk áll alkalmazásban. Ennek a létszámnak értékelése csak oly módon lehetséges, ha a szocialista iparban alkalmazott összmérnöklétszámmal hasonlítjuk össze. A legújabb adatok szerint a szocialista iparban jelenleg 21 500 okleveles mérnök tevékenykedik (kiegészíti ezt 10 545 egyéb egyetemi végzettségű és 2690 jogász, összesen 34 735 fő). A kimutatás szerint a kohászatban 1831 okleveles mérnök áll alkalmazásban (nem mind kohómérnök végzettségű), ugyanakkor nehezen tudjuk kimutatni a gépiparban és egyéb ipari területeken vagy szövetkezeti és tanácsi iparban dolgozó kohómérnökök számát. Ennek jellemzésére szolgáljon, hogy 1968 és 1971 között a Kohómérnöki Karon kiadott oklevelek száma 269, végzett hallgatóink közül csupán 49 fő helyezkedett el a négy nagy kohászati üzemünkben és a Vasipari Kutató Intézetben. A többi más KGM vagy NIM vállalatoknál, a szövetkezeti iparban, valamint a Földművelésügyi Minisztérium irányítása alá tartozó néhány üzemben helyezkedett el. A Kohómérnöki Karon a felszabadulást megelőző és követő időszakban az elmúlt 40 év alatt Sopronban, illetve Miskolcon végzett mérnökök száma átlagosan évi 35—40-re becsülhető. Az 1870-es reformot megelőző időszakban a bányász-kohász közös képesítést nyert mérnökeink létszáma is ilyen nagyságrendben mozgott. Ha feltételezzük, hogy az akkor végzetteknek csupán fele helyezkedett el kohómérnöki munkakörben, az elmúlt 40 év alatt végzett kohómérnökök évi létszáma ennek kétszeresére becsülhető. Ezért okkal merül fel az egyetemi oktatókban az a gondolat, hogy a jelenlegi képzési létszám, s a mérnökutánpótlás mennyiségi számai korszerűen fejlődött szocialista iparban nem tekinthetők túlzottnak.

Ehhez a témakörhöz kívánkoznak azok a részletek, amelyeket az 1941—42. évben lezajlott „Magyar felsőoktatás tanulságai és a gépészmérnöknevelés új iránya" című vitasorozat tartalmazott a Magyar Mérnök és Építész Egyesületben. Az akkori kimutatások szerint a Budapesti Mérnöki Kamara 1940-ben 12 000 okleveles mérnököt tartott nyilvántartásban (ebből 6000 volt közalkalmazott, 3500 magánalkalmazott, 2500 magánmérnök). Az akkori Iparügyi Minisztérium osztályfőnöke *Fejér Gyula* előadásában megállapította, hogy az 1941. esztendő kimutatása szerint 3990 iparvállalatot tartottak nyilvántartásban és ezekben okleveles mérnöki képesítéssel 3213 fő állt alkalmazásban. Az említett számú ipartelepek vezetői, irányító beosztásában összesen 719 okleveles mérnököt tartottak nyilván, a vezetőhelyek 14%-át töltötték be, a tudományegyetemi, kereskedelmi akadémiai, felső ipariskolai, ipariskolás végzettségű és más műszaki felkészültségű vezetők és a mérnökök együttesen 45%-át teszik ki az akkori vezető rétegnek. A vezetők közel 55%-a középiskolai vagy ennél kisebb szintű képzettségben részesült. Az ún. középszintű gyáripari igazgatásban a diplomás

mérnökök száma 5%. Az üzemek, ill. műhelyek tisztviselői állományában dolgozó 23 119 főből műegyetemi képzettséggel 2119 okleveles mérnököt tartottak nyilván, kb. 9%-ot. Jelentéktelen a hasonló szintű más képzettségűek számaránya is. Az előadó azt a következtetést vonta le, hogy a műegyetemeken képzett mérnökök az akkori iparban még nem találták meg helyüket, sem a vezető állásokban, sem az üzemi igazgatás vonalán. Kisebbségben vannak a sokkal szerényebb készültségű munkatársakkal szemben.

A felszabadulás utáni gyáripar, a közigazgatás műszaki feladatokkal megbízott hivatalai ezt a szegényes szakmai létszámot örökölték, és a szocialista iparfejlesztés kezdeti szakaszában érthetővé vált a műszaki felsőoktatás erősebb ütemű fejlesztése. Ezek az igények a felszabadulás előtti időszakban is felszínre kerültek, s a Kohómérnöki Kar néhai professzora *Kövesi Antal* hozzászólásában szóba került egy második műszaki egyetem felállítása, kiemelte, hogy nagyobb súlyt kellene helyezni a műegyetemi előadók a nagyüzemekkel lehetséges kapcsolataira és kísérjék figyelemmel a gyakorlat fokozódó igényeit. Utólag áttanulmányozva a vitában elhangzott beszédét meg lehet állapítani, hogy a mai Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán *Kövesi Antal* akkori javaslatai kivétel nélkül megvalósultak.

Gyakran merülnek fel olyan gondolatok, hogy a végzett kohómérnökök száma az elkövetkező időszakban meghaladhatja az ipari igényeket. Ennek eldöntése nem egyszerű feladat és ezen a téren történő alapos ismeretszerzés feltételezi az egyetem karai és az ipar vezetőinek szorosabb együttműködését. 1933-ban 215 kohómérnök és 340 bányamérnök közül összesen 23 volt állástalan, a kohó- és bányamérnökök arányának megoszlását nem ismerjük.

Napjainkban a végzett kohómérnökök elhelyezkedését rendkívül megkönnyíti az a körülmény, hogy a felkínált állások 2—2,5-szerese az oklevelet szerzett hallgatók számának. Ha a két korszak vonatkozó adatait összehasonlítjuk, megállapítható az az egészséges fejlődés, hogy az ipar vezetésében, az ipar irányításában a központi igazgatásban, üzemi, műhelyvezetői szinten megnövekedett, az okleveles mérnökök által betöltött munkahelyek száma. Tehát a nagyobb mérnöklétszám alkalmazása nem csupán azzal függ össze, hogy a népgazdasági termelés megtöbbszöröződött, hanem a megnövekedett számú munkahelyek betöltésénél fokozottabban érvényesült a szakképzett emberek alkalmazása. Ezt az elmúlt évek alatt rendeletek is előírták. Erre a kérdésre, hogy sok vagy kevés mérnököt képzünk a szocialista ipar számára, még sokáig nem tudunk egyértelműen kielégítő választ adni, mivel az évek folyamán felkínált munkahelyek számának alapján nem juthattunk el ahhoz a felismeréshez, hogy a kiképzett okleveles kohómérnökök elhelyezkedése nehézségeket okozott volna.

A másik sokat vitatott téma a kohómérnökképzés jelenlegi szervezeti körülményei, ilyen problémák az elmúlt 100 év történetében is megtalálhatók. A szakok, ágazatok kialakítása, a mindenkori gazdasági igényekhez lehetséges illesztése, megnövekedett beiskolázási létszám, valamint az ipar által felkínált állások megnövekedett száma ösztönözte a Kohómérnöki Kar vezetőit az elmúlt 20 év alatt, hogy az alapozó szaktárgyak után szakosítottabb, szűkebb szakmai területet, nagyobb ismeretmennyiséggel bővítve sajátítsa el a hallgató. Így alakult ki a kohómérnökképzésben az 1949-ben, illetve 1963-ban bevezetett reform alapján a két szak: metallurgus és kohásztechnológus, ill. két ágazat: öntő, vas- és fémkohász ágazat. Az 1971-ben módosított reform tanterveink szerint a metallurgus képzés tovább bővül két, fémkohász, illetve fémtan szakirányú képzési formával. Ennek megvalósítását jelenleg a kari tanács tárgyalja. Az új tantervek életbeléptetését gátolja a következő években lecsökkentett hallgatói létszám és a beiskolázási feltételek fokozatosan jelentkező nehézségei. Az elmúlt 100 esztendő folyamán hasonló gondok, s oktatásügyi problémák gyakran foglalkoztatták a Főiskola, illetve az egyetem Kohómérnöki Karának felelős vezetőit és a megoldás időben, a körülményektől függően minden esetben kialakult.

Ha a 100 esztendő történelmi eseményekben gazdag folyamatát áttekintjük, úgy a hazai kohászat sok tudományos eredménnyel gazdagította iparágainkat, kollégáink áldozatos munkájának emlékéről jelen ünnepi ülés alkalmával is megemlékezünk. Itt említhetjük meg *Fazola Henriket* (1730—1779) a diósgyőri kohászat megalapítóját, *Born Ignácot* (1742—1791) az arany és ezüstnek higannyal való foncsorozásának felfedezőjét, *Rombauer Tivadart* (1803—1855) az Ózdi Vasmű alapítóját, a hadianyaggyártás irányítóját a szabadságharc alatt, *Ganz Ábrahámot* (1814—1864) a Ganz Gyár alapítóját, a kéregöntés egyik feltalálóját, *Volny Józsefet* (1819—1878) a rimamurányi Vasmű és a Borsodnádasdi Vasgyár alapítóját, *Borbély Lajost* (1843—1923) a Salgótarjáni Vasgyár alapítóját, a gáztüzelésű kavarókemence feltalálóját, *Katona Lajost* (1866—1933), aki igen termékeny öntészeti szakíró és a tüzeléstechnika területén sok újítás bevezetője volt, *dr. Geleji Sándor* (1898—1967) kiváló elméleti és gyakorlati hengerészt. Külön meg kell emlékezni a Kohómérnöki Kar, ennek elődje a Bányászati Erdészeti Főiskola, a Selmeci Akadémia kiváló professzorairól, a tudományúguk világhírű művelőiről, tisztelettel és kegyelettel emlékezve hasznos, tudományt fejlesztő és oktató munkájukról.

Az emlékezés szép emberi szokás, visszatekinteni a múltba és a múlt emlékeiből hasznos tanulságokat megőrizni és erőt gyűjteni a jövő feladatainak megoldásához. Szép ez a múlt, hasznos emberi küzdelem, s példamutatást tartalmaz a kohómérnökök mai nemzedéke számára. Jövőnket illetően optimisták vagyunk: a fémek előállítása, a fémek feldolgozása a következő évtizedekben is a szocialista társadalom nélkülözhetetlen ipari tevékenysége lesz. Oktatói és tudományos kutatói hivatástudatunkkal, igaz emberi törekvéseinkkel munkálkodunk olyan kedvező társadalmi körülmények

között, amelyek az emberi szorgalom és képesség kifejtéséhez mindannyiunk számára eddig a legtöbb lehetőséget nyújtották.

100 ÉVES A VASKOHÁSZATTANI TANSZÉK

Dr. Simon Sándor egyetemi tanár,
a Vaskohászattani Tanszék vezetője

Tisztelt jubileumi ünnepi ülés!

Kedves Elvtársnők, kedves Elvtársak!

A hazai kohómérnökképzés kialakulását ismertető előadásban dékán elvtárs beszámolt a Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék megalakulását megelőző időszakról, ezért a felsorolásszerű áttekintéstől eltekinthetek, minthogy nyilvánvaló, hogy az elődtanszékhez tartozó tantárgyak ismeretanyagának állandó bővülése tette szükségszerűvé a korábban több tárgyat oktató tanszék többszöri osztódását.

A vaskohászat oktatása természetesen megelőzi az önálló tanszék létrejöttét. Iskola jellegű oktatás hiányában 1735-ig a vaskohászatban tevékenykedők elméleti és gyakorlati ismereteiket a bányásznemzedékek évszázadok során felhalmozott tapasztalataiból merítik. A Selmecbányán 1735-ben létesített első bányatisztképző iskola, melyet a későbbi — 1770-ben alapított — Akadémia ősének tekintünk, már a „kémlészet és kohászat" c. tárgy programjába iktatja a vaskohászattan egyes elméleti kérdéseinek tárgyalását is. 1763-tól a „gyakorlati kohászat", 1846-tól a „kohászattan", majd 1860-tól az „általános kohászat" tárgyak ölelik fel a vaskohászattan témakörét. Ezek a tárgyak azonban — bányatisztképzés keretein belül, melléktárgyakként — csak a vaskohászat enciklopédikus tárgyalására szolgálhatnak, de a XIX. sz. második felében a vaskohászat ipari forradalma a tárgyak szakosítása szerinti további elkülönítését teszi szükségessé.

Az 1867-es kiegyezéstől új korszak kezdődik az intézmény életében. Az Akadémián az egyik reform a másikat követi. 1868-ban az Akadémia legtúlterheltebb tanszékét, a Kémia és Kohászat tanszéket két részre osztják, s az ekkor megalakított Kohászat és Kémlészet Tanszék vezetésére *Kerpely Antalt* kérik fel *(3. kép)*.

3. kép. Kerpely Antal tanszékvezető: 1868—1881-ig

Kerpely Antal, noha csak 6 évvel azelőtt, 1862-ben végzi el kitűnő végbizonyítvánnyal az Akadémia bányászati szaktanfolyamát, Tanszékre kerüléséig is jelentős pályát fut be. Végzése után először az aninai vasgyár nagyolvasztó és öntőműi üzemeihez nevezik ki, majd áthelyezik az oraviczai kőolajgyár vegyelemző műhelyébe. Aninai tapasztalataira és frissen szerzett kémiai ismereteire támaszkodva írja meg első tanulmányait a vas kénmentesítéséről, melyek a továbbfejlesztő eljárások részleteivel együtt — magyar nyelvű szaklap ezidőben még nem lévén — a Berg und Hüttenmännische Zeitung 1864—1865. évi számaiban jelennek meg. 1865-től Ruszkabányán kohótervezéssel és telepítéssel foglalkozik, majd a kiegyezés után a rhóniczi vasgyárnál főnöksegéd, s röviddel ezután kerül át a selmeci Akadémiára.

Feladata, hogy a bányászati szaktanfolyamon a Kohászattan, a Kohótelepek tervezése és a Kémlészet tárgyakat összesen heti 11,5 óra előadás keretében oktassa, s a hallgatók gyakorlati ismereteit a közeli kohászati üzemekben tett gyakori látogatások alkalmával szélesítse. Kerpely azonban — eddigi vaskohászati irányú érdeklődését igazolva — főleg a vaskohászati jellegű tananyagrészek oktatásának korszerűsítésén fáradozik.

A Tanszék akkori helyiségei alkalmatlan és elégtelen magánépületekben bérelt helyiségekben voltak bezsúfolva (a Tanszék gyűjteménye pl. 1871-ben a bányabírósági épületben kapott helyet). Bár a nehézségek nagyok voltak, mégis 1872—1875 között a Tanszék mind oktatási, mind tudományos munka tekintetében igen nagyot fejlődött, melynek alapján ezt az időszakot a korabeli dokumentumok a Tanszék aranykoraként emlegetik.

A Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék megalakulásától, 1872-től kezdve, az addigi német nyelv helyett magyar lett a tanítás nyelve. A kohász társadalmon belül a Tanszéknek is egyik fő feladata a magyar kohász szaknyelv, s a magyar nyelvű kohász szakirodalom megteremtése volt. Az irodalmi munkát nehezítette az, hogy a magyar kohászati szakirodalmat olvasók száma nagyon csekély volt, s így a művek megjelentetésére alig akadt vállalkozó kiadó.

Az első magyar nyelvű kohászati tankönyv a Vaskohászat és Vasgyártás Tanszéken készült, id. Kerpely Antal: A vaskohászat gyakorlati s elméleti kézikönyve címmel két kötetben, mely Selmecbányán 1873-ban, ill. 1874-ben jelent meg. *Kerpely* a mű köteteihez külön kétkötetes rajztáblát készített. A könyv I. részében feldolgozza a vaskövek, a vasnak vegyei, a salak, tüzelőanyagok, a tüzelőanyagok előkészítése és tűzálló anyagok anyagát, míg a II. rész a vasolvasztást, a vasöntést, a kovácsvasgyártást, az acélgyártást, az egyes vasfajtáknak árucikkekké történő feldolgozását (hengerlés, csőgyártás, stb.) ismerteti.

1876-tól az új programnak megfelelően a Tanszéken Vaskohászat, Vaskohótelepek tervezése és

rajzolása, vaskémlészet, Vasöntészet c. tárgyak kerültek előadásra. A művelt tudományágak közül a legújabb a vaskohótelepek tervezése volt, melynek alapjait Kerpely Die Anlage und Einrichtung der Eisenhütten c. művében fektette le. A 800 oldalas mű, a vaskohászati tudományok nemzetközi szakköreinek is felkeltette az érdeklődését. A Tanszék első és nagyjelentőségű tudományos tevékenységét *Kerpely* 1877-ben Magyarország vasköveí és vasterményei címmel adta közre. Első részében a magyarországi vasköveknek és az olvasztásukra való anyagoknak vegyalkatát, míg a második részben magyarországi vasgyártmányok és melléktermények vizsgálatát tartalmazza. Bessemerezési kísérleteket is végzett a tanszéki laboratóriumban, mely az elemzési lehetőségek mellett Bessemer-kohóval, hozzátartozó kupolókemencével és fúvóberendezéssel is el volt látva. A vasfajták szövettani tanulmányozásával is foglalkozott, s mikroszkópiai felvételeket készített vasszemcsékről. Minden bizonnyal *Kerpely* foglalkozott először hazánkban metallográfiával. Ő talált összefüggést a vas kémiai alkata és szilárdsági tulajdonsága között. *Kerpelynek* ezt a tudományos kutató munkáját a Magyar Tudományos Akadémia kitüntette, s addigi tudományos és irodalmi munkájának elismeréséül 1877-ben tagjává választotta.

Akadémiai székfoglalóként mutatja be „A vas kémiai alkata és keménysége közötti összefüggések" c. munkáját és ismerteti egyik prágai egyetemi tanárral együtt szerkesztett elektromágneses keménységmérő műszerét.

Ebben az időben jelenik meg A vaspályasínek tulajdonságaira vonatkozó kísérletek és tanulmányok c. könyve Selmecbányán magyarul, majd Lipcsében németül. Ezt követően a vasúti sínek keménységének mérésére az egész világon úttörőnek számító módszert dolgozott ki.

Irodalmi művei között kiemelkedik az általa indított és egyetemi tanársága alatt, majd állami vasgyári vezérigazgatói tisztségében is szerkesztett, Lipcsében évenként megjelent Bericht über die Fortschritte der Eisenhütten-Technik c. évkönyvsorozat, melyben 20 éven át tájékoztatta a világot a vaskohászat helyzetéről és fejlődéséről. Ez a megbízatás volt *Kerpely* legnagyobb külföldi megtiszteltetése.

A nyári szünidőkben sem pihent, hanem külföldi és hazai tanulmányutakat tett, s a szerzett gazdag tapasztalatokat az oktatásban gyümölcsöztette, s az irodalomban közreadta.

Kerpely, — s nevével a Tanszék is — mind a szakemberképzés, mind a tudományos szakirodalom területén nagy hírnévre tett szert. Kortársa volt a freibergi Bányászati Akadémia kiváló kohásztanárának, *Ledebur Adolfnak*, egymást ismerték és megbecsülték. Nagyértékű értekezései és könyvei nevét az egész világon ismertté tették. Meghívták a freibergi Bányászati Akadémia Vaskohászattani Tanszékének tanári állására. Ő azonban ezt nem vállalta, s továbbra is hazája vaskohászatának szolgálatában maradt. Tanári működésének 13 éve alatt nagy buzgalommal és odaadással dolgozott a hazai kohásznevelés új alapokra helyezésén, az elméleti és gyakorlati oktatás alaposabbá tételén, ill. kifejlesztésén. Ő nevelte a hazai vaskohász szakember tudományosan megindokolt cselekvésre képes új nemzedékét, melynek tagjai külföldön is hírnevet szereztek. Mint egész életében, tanársága alatt is tanult, tanított, kutatott és alkotott.

Kerpely örökbecsű munkásságának itt csak a tanári működésével kapcsolatban kifejtett tevékenységeit említettem. Tudnunk kell azonban, hogy a hazai vasgyárak gazdaságossá tétele, az akkori új iparágak meghonosítása, s hazánk vaskohászatának korszerű alapokra helyezése, valamint az egész világ kohászatára termékenyítőleg ható, sok tekintetben úttörő hatalmas irodalmi munkássága alapján *Kerpely* a hazai kohászat külföldön is ismert és megbecsült kiváló vezéregyénisége, sőt korának egyik legnagyobb kohász kiválósága volt.

Kerpely Antalt a pénzügyminisztérium 1881. évi rendeletével az elavult felszerelésű állami vasgyárak rendbehozása érdekében központi vasműigazgatóvá nevezte ki, s a Vaskohászat és Vasgyártás Tanszéktől meg kellett válnia.

Kerpely utódjául *Soltz Vilmos* vasműfelügyelőt nevezik ki a Tanszék élére *(4. kép)*.

4. kép. Soltz Vilmos tanszékvezető :1881—1901-ig

Soltz tudományos és irodalmi tekintetben csak részben követi előde nyomdokait, mert benne a tanári ambíció sokkal nagyobb, mint a tudományos munka iránti hajlam. Az oktatás programja *Soltz* 20 éve alatt változatlan még akkor is, ha a Vasöntészet és a Vaskohótelepek tervezése beolvad a Vaskohászattan c. tárgyba, ugyanakkor a gyakorlatok óraszámait növeli. A tanszéki gyakorlatok fejlesztése céljából *Soltz* igen nagy erőfeszítéseket tesz a tanszéki gyűjtemény bővítésére.

A Tanszék 1892-ben új, tágasabb otthont kap. Az új helyen az Akadémia ún. bányapalota épületének földszinti és első emeleti helyiségeiben a Tanszék előadóval és rajzteremmel gazdagodik. A költözködés időpontjában *Soltz* már az Akadémia igazgatója, Ő tartja az új akadémiai épület felavatásánál az ünnepi beszédet. Igazgatói tevékenységének egyik — tanszékéhez fűződő — ered-

ménye, hogy 1894-től nevezik a végzetteket mérnököknek, az államvizsgázott vaskohász elnevezést okl. vaskohómérnök elnevezésre módosítják.

Több éves szervezői tevékenysége eredményeként 1892-ben megalapítja az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet, melynek első elnöke. 1901 tavaszán nyugállományba vonul, s visszavonulása után hat hónappal meghal.

A Tanszék teendőinek ideiglenes ellátásával 1901 őszén az 1896-ban államvizsgázott vaskohászt, *Barlai Bélát*, a kudsiri állami vasgyár mérnökgyakornokát bízzák meg. Barlai tanszékrejövetele előtt már behatóan foglalkozik a tüzeléstannal és a kémiával, melynek alapján 1902-ben Kolozsvárott doktorrá avatják.

5. kép. Dr. Barlai Béla tanszékvezető: 1901—1919-ig

A századforduló elején, 1904-ig a Tanszék tananyaga változatlan. 1904-ben azonban, amikor a Bányászati és Erdészeti Akadémia elnevezése Bányászati és Erdészeti Főiskolává változik, valamint az addigi Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék mai, Vaskohászattani Tanszék elnevezését kapja, új tanmenet lép érvénybe.

Részben az új tanterv, részben a fizikai-kémia és a metallográfia fokozottabb elterjesztésének igénye teszi szükségessé, hogy a kor színvonalának megfelelően a már több mint három évtizede használt *Kerpely* tankönyvek részleges átdolgozásra kerüljenek. *Barlai* érdeme, hogy az eredetileg 5 kötetre tervezett új tankönyvsorozat első két kötetét megírja és megjelenteti „A vas metallurgiai chémiája és a vaskohászati salakok", illetve „Tüzeléstan" címmel. Az első kötet egyben az első metallográfiai tankönyv is, s *Kerpely* könyve után a második magyar nyelvű vaskohászattani könyv.

Barlai számos külföldi útjának tapasztalata alapján megépítteti a Főiskola Vaskohászati Kísérleti Laboratóriumát, mely akkor, és még sokáig, Európa legmodernebb ilyen létesítményei közé tartozik. A bányászati palota udvarán 562 m² területen villamos központ, anyagvizsgáló gépek, metallográfiai készülékek, tüzelőanyagok vizsgálatára szolgáló berendezések, vegyműhely, sötétkamra, kemencék, öntöde és kovácsműhely lett elhelyezve. A laboratóriumban végzett kísérleteknél és a gyakorlatoknál egyetlen munkatársára, *Balázs István* vaskohómérnökre támaszkodhat.

Barlai sok külföldi tanulmányutat tett, melyek tanári működésére is termékenyítőleg hatottak. Ő kezdte hazánkban a fizikai kémiát és a metallográfiát a vaskohászatban használni. Előadásait az egyszerűség, a logikus folyamatosság, a szabatosság és a magyarosság jellemezte.

Korábban említett könyvein kívül számos tudományos dolgozata jelent meg, főleg a Bányászati és Kohászati Lapokban, s több cikket írt a Főiskolának Selmecbányáról történő elköltöztetéséről, valamint külföldi útjainak tapasztalatairól.

Két éven át Ő volt a Főiskola rektora.

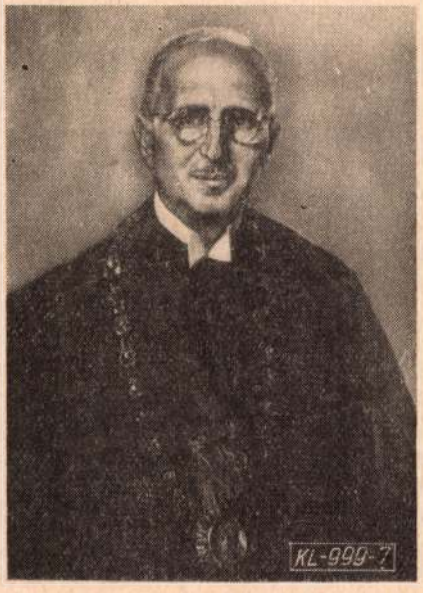
Barlainak sok-sok terve, elképzelése volt még az Egyesületi élettel, a Kohászati Lapokkal, a Főiskola székhelyével kapcsolatosan, de a háború közbeszólt. A Főiskola felett is elviharzik az 1914-ben kitört világháború, a hallgatók csak rövid kurzusokra jönnek vissza a harctérről. Selmecbánya más hatalom alá került, s a Főiskolának, mint magyar nyelvű intézménynek Magyarország új határai között kell keresnie új otthonát. Sikertelen gödöllői és miskolci próbálkozás után Sopron városa ad menedéket és hajlékot 1919 áprilisában a Főiskolának, ideiglenesen az ún. Károly laktanyában, majd végleges elhelyezésül a Honvéd Főreáliskolában. Selmecbányáról a tanári kar, valamint a hallgatóság a maga egészében, felszerelése nagyrészének hátrahagyásával menekülésszerűen távozik. Az összes tanszék közül azonban a Vaskohászattani Tanszéket éri a legnagyobb veszteség, mert odavész a Vaskohászati Kísérleti Laboratórium szinte teljes felszerelése, s elveszti tanszékvezető tanárát is. *Barlai* ugyan elindul a Főiskola új székhelyére, de Pestre érve kórházba kerül, s ott hosszas betegeskedés után 1921-ben, tanársága 20. évében meghal.

Barlai kényszerű kiválása után, az átköltözéssel egyidőben a Főiskola Tanácsa *Balázs Istvánt (6. kép)*, a Tanszék adjunktusát bízza meg a tanári

6. kép. Balázs István tanszékvezető: 1919—1923-ig

teendők ellátásával. Sopronban egy üres, hideg laktanya termeiben, az oktatás legelemibb követelményeitől megfosztva, felszerelés hiányában, tanársegéd nélkül kezdi meg a Tanszék működését. *Balázs* azonban a nehéz körülmények ellenére odaadó, fáradságos munkával megteremti az oktatás alapfeltételeit.

1923-ban, amikor a Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskolának elnevezett intézmény a volt honvédfőreáliskolát kapja székhelyül, a Tanszék is új helyre költözik, fennállása óta immár a negyedik helye ez. Az ekkor életbelépő új tanterv értelmében a tüzeléstant és az anyagvizsgálatot különválasztják a Vaskohászattantól, s az újonnan megalakuló Tüzeléstan és Anyagvizsgálat Tanszék feladatává teszik, melynek vezetését *Balázs István* vállalja el, s a kiválásával megüresedett helyre *Cotel Ernő* vasgyári igazgatót *(7. kép)* nevezik ki tanárrá, s *Kiss Ignác* kohómérnököt mellé tanársegéddé.



7. kép. Cotel Ernő tanszékvezető: 1923—1944-ig

Cotel kinevezésekor a Vaskohászattani Tanszék csaknem teljesen felszerelés nélkül állt, csekély gyűjteményétől eltekintve. *Cotel*, a kohómérnökképzés tekintetében legfontosabbnak tartotta, hogy a hallgató rendszeres tudományt, kristálytiszta alapelveket és gondolkozni tudást tanuljon. Ezért legfőbb feladatának tekintette, hogy a szakterület új kutatási eredményeit magába foglaló és arra épülő tankönyveket és szakkönyveket írjon. A Tanszék laboratóriumának kérdése így csak másodrendű volt.

Az érvényben levő tanterv szerint *Cotel* adta elő a Vaskohászattan I. és II. részét, a Vas- és acélöntészetet, a Hengerlés-Kovácsolást, valamint a Vasgyári telepek tervezése c. tárgyakat. Az ezekkel kapcsolatosan megjelent könyvei a következők: A hengerlés alapvelei, A nyersvasgyártás alapelvei, a Martin-acélgyártás.

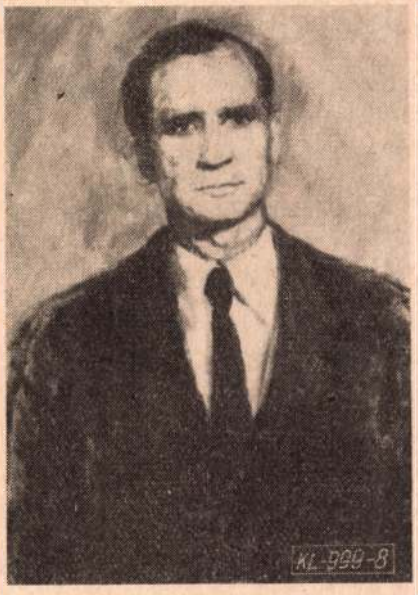
1926-ban *Cotelt* A kovácsolható vas gyártása s a vasipari hengerlés c. tárgykörből műegyetemi magántanárrá képesítették.

A különböző bánya- és kohóvállalatok, tudományos szervek és részben a kormány anyagi támogatása révén a Vaskohászattani Tanszéken is lehetővé vált, hogy a Selmecbányáról való átköltözéskor odaveszett laboratóriumot bizonyos mértékben felszereljék. 1934-ben a Tanszéknek szegényes öntészeti-, metallurgiai-, hengerlési-, és mikroszkópiai laboratóriuma, azonkívül mechanikai műhelye és gyűjteménye volt, bár a *Barlai* által létesített kísérleti laboratóriumot ez korántsem érte el. Minden esetre, ha csekély mértékben is, de lehetővé vált, hogy az oktatás a gyakorlattal szorosabb kapcsolatban legyen, s az oktatás mellett tudományos munkát is végezzenek a Tanszék akkori oktatói.

1928-ban *Kiss Ignác*, a Tanszék addigi tanársegéde a Matematikai Tanszékre került, a Vaskohászattani Tanszék tanársegéde pedig *Diószeghy Dániel*, a Matematikai Tanszék addigi tanársegéde lett.

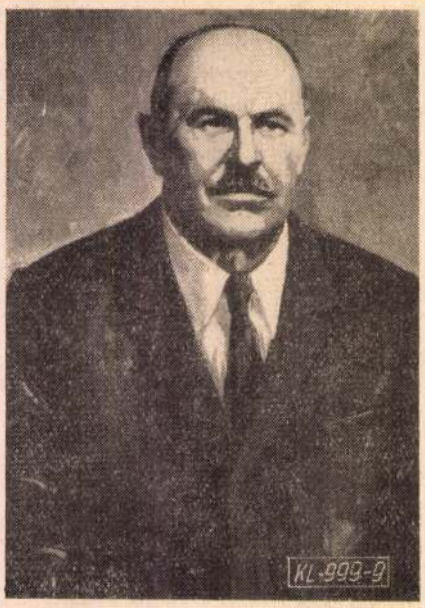
Az oktatási munka mellett egyre több kutatási munkát is végzett a Tanszék elsősorban a vasércek pörkölése, a formázóhomokok tulajdonságainak vizsgálata, vas- és acélanyagok keménységi viszonyainak vizsgálata, a hengerlés kísérő jelenségeinek vizsgálata és különféle tüzelési kísérletek terén. A kutatások eredményeit a Tanszék akkor számos megjelent dolgozata tartalmazza.

Cotel 1924—25. tanévben dékán, az 1930/32. tanévekben pedig a Főiskola rektora volt. 1934-ben, mikor a Főiskolát egyetemi rangra emelve a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemhez csatolták, megkapta egy. ny. r. tanári kinevezését.



8. kép. Dr. Diószeghy Dániel tanszékvezető: 1944—1946-ig

1944 végén *Cotel Ernő* nyugalomba vonult, s ezzel megvált a Tanszéktől. A Vaskohászattani Tanszék feladatainak elvégzésére, a közben doktorrá avatott *Diószeghy Dániel (8. kép)* kapott megbízást, aki a Tüzeléstan és Anyagvizsgálat Tanszék teendőinek ellátása mellett ezt a munkakört 1946. végéig töltötte be.



9. kép. Zsák Viktor tanszékvezető: 1946—1955-ig

1946-ban *Zsák Viktor (9. kép)* a Magyar Vagon- és Gépgyár győri öntőtelepeinek üzemvezetője és üzemvezető helyettes igazgatója, mint helyettes tanár vette át a Tanszéket, majd 1947-ben egy. ny. r. tanári kinevezést kap a Vaskohászattani Tanszékre.

Zsák Viktor hosszú külföldi és hazai üzemi gyakorlat alatt szerzett bőséges gyakorlati tudását állította a vaskohászképzés szolgálatába. Előadásait jegyzet alakjában a hallgatóság rendelkezésére bocsátotta. Jegyzetet készített a Nyersvasgyártás, az Acélgyártás és a Vas-, acél- és fémöntés c. tárgyakból.

A Tanszék laboratóriumi berendezése, az 1934-re bizonyos mértékig felszerelt laboratóriumhoz képest, szinte semminek volt mondható. Az időközben megalakult Tüzeléstan és Anyagvizsgálat, majd a Kohógéptani Tanszékek a szakterületükhöz tartozó berendezéseket magukhoz vették, s a megmaradt kisebb kemencéket stb. az idő vasfoga tette tönkre. A Tanszék ilyen irányú fejlesztését a háború utáni pénzügyi helyzet, valamint a Tanszék rendelkezésére álló kevés helyiség gátolták. A Tanszékhez akkor egy tanári szoba, egy közösen használt előadóterem, valamint kisméretű laboratóriumi helyiség és egy, a gyűjtemény, valamint a rajzok tárolására alig alkalmas hivatalsegédi szoba tartozott.

Az öntészetben akkor már mindjobban elterjedt és eredményesen használt homokvizsgálatok céljaira, *Zsák* egy teljesen komplett *Georg-Fischer*-féle homokvizsgáló berendezést szerzett be, s ezzel lehetővé tette ilyen vonatkozású öntészeti gyakorlatok tartását. Kétségtelen, hogy az addig mesterségnek tartott öntészet oktatásának felkarolása *Zsák* Viktor érdeme.

1949-ben, a nehézipar fokozott fejlesztése már szükségessé tette a felsőfokú műszaki képzés kereteinek bővítését, s a második műszaki egyetem felállítását. Az ebben az évben létrehozott Nehézipari Műszaki Egyetemet, ipari hagyományokra épülve, a hazai nehézipar központjában, Miskolcon állították fel. Az új egyetem 3 fakultása közül a bánya- és kohómérnöki kar Sopronból jött át, míg a gépészmérnöki kart újonnan szervezték.

A kohómérnöki kar tanszékeinek átköltözése során 1952-ben, — amikor Sopronban az utolsó kohász évfolyam is befejezte tanulmányait — a Vaskohászattani Tanszék is Miskolcra költözött. Ezzel egyidőben nyertek tanársegédi kinevezést a Tanszékre *Csabalik Gyula* és *Farkas Ottó*, akik ebben az évben szerezték meg az oklevelet.

1952 nyara a Tanszék átköltözésével telt el, szeptemberben már Miskolcon kezdődött a Vaskohászattan oktatása. A Tanszék végleges helyének épülete akkor még nem volt kész, s így az első három évben ideiglenes helyen, de már biztatóbb körülmények között végezte munkáját.

A laboratórium hiánya miatt a gyakorlatok nagyrészt tantermiek voltak, de az új környezet adta lehetőségeket kihasználva — elsősorban a diósgyőri Lenin Kohászati Művekben — több üzemlátogatást tettek a Tanszék oktatói és hallgatói.

A fokozott anyagi támogatás mellett lassan kezdetét vette egy tanszéki laboratórium felállítása. A vaskohászati laboratóriumnak gerincét képező vas- és acélolvasztásra alkalmas kemencék beszerzésének nehézsége, valamint az a körülmény, hogy a Vaskohászattani Tanszék — ellentétben a többi szaktanszékekkel — nem rendelkezett szakmunkaerővel, a laboratórium megvalósítását nagymértékben lassította.

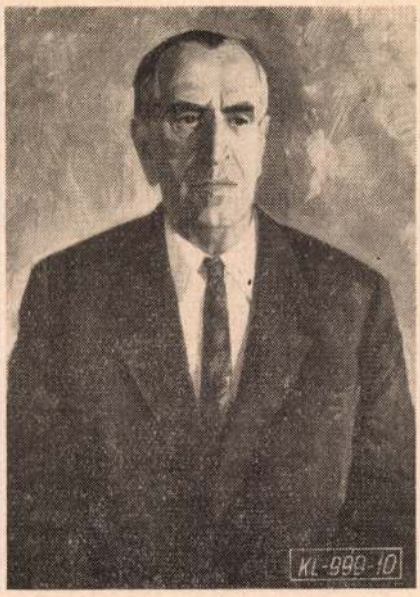
Zsák tanszéki és oktatói munkája mellett, több jegyzetén kívül, irodalmi munkásságot is fejtett ki. Ő írta a Vaskohászati Enciklopédia sorozatban megjelenő első kötet, a Vaskohászat nyersanyagai c. művet. Az Ő szerkesztésében jelent meg Az acélgyártás időszerű kérdései c. könyv, melyben több fejezet szerzője. Számos dolgozata jelent meg a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya közleményeiben, valamint a Bányászati és Kohászati Lapokban.

A Diósgyőr-Vasgyárban létesített Állami Műszaki Főiskolának a Nehézipari Műszaki Egyetem Esti Tagozatává történt átszervezése után, 1953-ban, a Vaskohászattani Tanszék is bekapcsolódott a szakmérnökök képzésébe, ahol a Nyersvasgyártás, Acélgyártás, Vas-, acél- és fémöntészet, Vaskohászati enciklopédia és Öntészeti enciklopédia tárgyakat adta elő.

Közben a Vaskohászattani Tanszék végleges helyének laboratóriumi szárnya épült, s 1955-re beköltözhető állapotba jut. Zsák Viktor még megvárta a Tanszék átköltözését, de egészségi állapota miatt 1955-ben, 9 éves tanári működése után, 66 éves korában, saját kérésére nyugalomba vonult.

Az 1955/56. tanévet már végleges helyén kezdte a Tanszék. A négyemeletes épület második emeletén bútorzattal berendezett és laboratóriumi helyiségekkel ellátott tágas hely állt a Tanszék rendelkezésére.

Az ezt követő időszakra a Tanszék oktatói létszámának növekedése, s a gyakori személyi változások jellemzők.



10. kép. Szele Mihály tanszékvezető: 1956—1960-ig

A Vaskohászattani Tanszék vezetésére *Simon Sándor* kapott megbízást, aki ezt a funkcióját 1956. február 1-ig látta el.

Ekkor nevezték ki egyetemi tanárrá *Szele Mihályt (10. kép)*, a Vasipari Kutató Intézet helyettes igazgatóját. Szele Mihály igazgató-helyettesi állását megtartva, másodállásban vállalta a Vaskohászattani Tanszék vezetését. A tanszékvezető-helyettesi teendőket *Simon Sándor* docens látta el.

A Vaskohászattani Tanszék által előadott tárgyak anyagának állandó bővülése, valamint az egyes szakcsoportokhoz tartozó nagyterjedelmű ismeretanyag szükségessé tette, hogy az addig *Zsák Viktor* által egyszemélyben előadott tantárgyak mindegyikét külön tanár adja elő. Ennek érdekében kaptak másodállású egyetemi tanári kinevezést 1956-ban *Budinszky Tibor* és *Balsay István*. 1956-tól kezdve a Nyersvasgyártást *Szele Mihály*, az Acélgyártást *Balsay István*, a Vas-, acél- és fémöntészetet *Budinszky Tibor*, majd 1957-től a Vas- és fémkohászattan I. c. tárgyat *Simon Sándor* adták elő.

Budinszky Tibor 1956 végén kivált az egyetem kötelékéből. A Vas-, acél- és fémöntészet előadásainak megtartására 1957-ben *Varga Ferenc* kapott meghívott előadói megbízást.

Varga Ferenc 1958-ban megvált a Vaskohászattani Tanszéktől. A Vas-, acél- és fémöntészet c. tárgy előadásaira 1959-ben *Nándori Gyula* kapott megbízást másodállású adjunktusi minőségben.

1960-ban *Szele Mihály* megválik a Tanszék vezetésétől, és újból *Simon Sándor* docenst, a műszaki tudományok kandidátusát nevezik ki, aki az 1962/63-as tanévtől már tanári beosztásban vezeti a Tanszéket.

1965-ben a Vaskohászattani Tanszékből kiválik az Öntészeti Tanszék, s *Szele Mihály*, majd *Balsay István* nyugalomba vonul.

Ma a képzés 10 féléves nappali és 12 féléves levelező tagozaton, s tagozatonként az 5. félévtől szétváló metallurgus, ill. technológus szakon folyik. A tanszék főleg a metallurgus — vas- és fémkohász — szak évfolyamonkénti 15—20 hallgatóját oktatja, de néhány tárgy oktatása a technológus szakon az öntészeti ágazaton is a tanszék feladata.

A tanszék által oktatott 6 tantárgy közül a főprofilt képező Nyersvasgyártást két féléven át *Dr. Farkas Ottó* docens, és az Acélgyártás első két féléves anyagát *Dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, míg az Acélgyártás III. részét *Dr. Csabalik Gyula* egyetemi docens adja elő.

A tanszék többi tárgyai közül a Vaskohászattant, ill. a Vaskohászati enciklopédiát, valamint a Radioaktív izotópok kohászati alkalmazását *Dr. Szarka Gyula* egyetemi adjunktus, az Általános kohászati ismeretek c. tárgyat *Dr. Sziklavári János* c. egyetemi docens, meghívott előadó tartja.

A tanszék valamennyi tantárgyának anyaga korszerű jegyzetekben a hallgatóság rendelkezésére áll, mely a reform-tanterv bevezetése óta 12 jegyzet megírását igényelte a tanszék oktatói részéről.

A gyakorlati oktatás lehetőségei a tanszék jelenlegi, aránylag kedvező elhelyezése, valamint az elmúlt 15 évben végzett következetes tanszékfejlesztő tevékenység eredményeként ugrásszerűen megjavultak.

A tanszéken az említett időszakban létrejöttek a vaskohászati metallurgiai folyamatok vizsgálatára alkalmas nyersvasgyártási és acélgyártási laboratóriumok, illetőleg műhelycsarnoki berendezések, melyekben a nyers érc redukciójától az acél vákuumkezeléséig csaknem valamennyi alapvető metallurgiai folyamat vizsgálható.

Az elmondottakat kémiai-, radioaktív izotóp-, mikroszkópiai és fotolaboratóriumok, valamint mechanikai műhely egészíti ki.

Az oktató és tudományos munkát a tanszék 1500 db-os könyvállományú könyvtára segíti, melyet mintegy 25 db rendszeresen járó folyóirat egészít ki.

Az oktató-nevelő munkát nagyban megkönnyíti, hogy a tanszék — az üzemek hathatós segítségével — nemcsak a műhelycsarnok és az egyéb laboratóriumi helyiségek felszereltségét, berendezésekkel történő ellátottságát javíthatja, hanem 1968-ban saját, korszerűen berendezett előadóteremhez is jutott, mely az utóbbi években számos hazai és nemzetközi munkaértekezlet, tudományos ülésszak, konferencia színhelye is volt.

A tanszék oktatói annak tudatában, hogy a kommunista mérnökképzés a marxizmus-leninizmus és a felsőoktatási pedagógia mélyreható ismerete nélkül elképzelhetetlen, kellő odaadással tanulmányozták az említett tudományokat is. A tanszék valamennyi oktatója elvégezte a Marxista-Leninista Esti Egyetemet és több neveléstudományi témakörű tanulmányt készítettek.

A tanszék tudományos kutató munkája a legutóbbi évtizedben is rendkívül szerteágazó. A kutatások zöme részben a Magyar Tudományos Akadémia által támogatott Kohászati Munkaközösség keretein belül, részben ipari megbízások alapján folyik.

Az akadémiai témák főleg alapkutatás jellegűek, míg az ipari kutatások az alapkutatások tovább-

fejlesztését, ill. azok eredményeinek ipari méretekben történő hasznosítását szolgálják. A kutatások irányát a távlati kutatási terv, ill. az ipar részéről felmerülő igények határozzák meg.

A kutatási eredményekről a tanszék munkatársai az utóbbi évtizedben közel száz szakirodalmi közleményt jelentettek meg hazai és külföldi szaklapokban, továbbá számos hazai és külföldi konferencián tartottak előadásokat.

A tanszék saját kutatási eredményeinek megismertetése érdekében miskolci tartózkodása óta több tudományos ülésszakot rendezett.

A tanszéki tudományos munkának szerves kiegészítője a tudományos káderutápótlás képzése, melynek keretében egyetemi oktatókon és kutatókon kívül, számos üzemi és más intézményhez tartozó szakember műszaki doktori és kandidátusi disszertációjának elkészítését irányította, és hozzá a feltételeket biztosította.

A tanszék oktató-nevelő és tudományos kutatómunkájának fejlesztése az utóbbi években is elválaszthatatlan az egyéni továbbképzés változatos formáitól. Ezek eredményeit tükrözik, hogy a tanszék jelenlegi 5 fős oktató gárdájából 1 a műszaki tudományok doktora, 2 a műszaki tudományok kandidátusa, egy pedig műszaki doktori címmel rendelkezik. A tanszék 3 fős kutatói állományából eddig egy fő szerezte meg a műszaki doktori címet.

A tanszék a végzett mérnökök szakmai továbbképzése érdekében több alkalommal, több hetes mérnöktovábbképző tanfolyamokat szervezett, melyek keretében mindig mód nyílott arra is, hogy a szakmai ismeret bővülésén túl, a tanszék az alapvető hazai szakmai problémákban fórumot biztosítson.

A tanszék oktató-nevelő és kutató munkájának minél magasabbszintű ellátása érdekében igen értékes kapcsolatokat létesített. Mindenekelőtt vonatkozik ez a Kohómérnöki Kar tanszékeire, melyek csaknem mindegyikével valamilyen munkakapcsolatban áll.

Joggal vagyunk büszkék ipari kapcsolatainkra, melyek a Borsod megyei üzemeken túlmenően, úgyszólván az egész vaskohászati iparral kontaktust biztosítanak. A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, valamint a hozzá tartozó üzemek segítségnyújtása igen jelentős az oktató és kutató munka jobb tárgyi feltételeinek megteremtésében.

Örvendetesen fejlődő kapcsolatok alakultak ki a Vasipari Kutató Intézettel, a Központi Fizikai Kutató Intézettel, a Magyar Tudományos Akadémia Izotóp Intézetével is. Elmondhatjuk, hogy tanszékünk ma már jelentős helyet foglal el a tudomány-szervezési és iparpolitikai, valamint konkrét fejlesztési feladatok megoldásában, a legkülönbözőbb rendeltetésű bizottságokban való aktív közreműködése révén.

Az elmúlt években egyrészt tovább fejlődtek a tanszék már meglevő külföldi kapcsolatai, ill. új kapcsolatok kiépítésén fáradoztunk. Jelentős kapcsolatokat könyvelhetünk el a Moszkvai Acél- és Ötvözetek Intézetével, a Freibergi Bányászati Akadémiával, valamint Fémkohászati Kutató Intézettel, a Kassai Műszaki Főiskolával, a Prágai Vasipari Kutató Intézettel és a Varsói Atommag-Kutató Intézettel. Ezen kapcsolataink is hozzájárultak ahhoz, hogy hallgatóink és a tanszék oktatói, valamint tudományos munkatársai a baráti országokban több alkalommal tanulmányozhatták a kohászati üzemeket, valamint az egyetemek, ill. kutatóintézetek oktató- és kutatómunkáját.

A tanszék a hivatásszerű feladatok teljesítésén túlmenően részt vállal az egyetem és a Kar párt- és társadalmi munkájából, s magasszintű párt-, tanácsi- és társadalmi szervezetekben biztosít egyetemi képviseletet a városban és a megyében.

Kedves Elvtársak!

A kommunista mérnökképzésben és a vaskohászati tudományok művelésében kifejtett munkánk eredményességének megítélése a jövő generáció feladata. A mi megtisztelő feladatunk továbbra sem kímélni erőinket, hogy a megalakulásának 100. évfordulóját ünneplő tanszék dolgozóit az utókor a nagy elődök méltó utódjaként emlegethesse.

* * *

Dr. Simon Sándor ünnepi beszédét követően *Karsai Ferenc*, a KGM Személyzeti Főosztályának vezetője *Dr. Horgos Gyula* Kohó- és Gépipari miniszter és *Dr. Kocsis József* Kohó- és Gépipari miniszterhelyettes nevében a Kohómérnöki Kar 11 oktatójának a „Kohászat Kiváló Dolgozója" kitüntetést nyújtotta át. A jubileum alkalmából e kitüntetést az alábbiak kapták meg: *Dr. Antal Boza József* egyetemi tanár, *Dr. Berecz Endre* egyetemi tanár, *Dr. Csabalik Gyula* egyetemi docens, *Dr. Farkas Ottó* egyetemi docens, *Dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár, *Dr. Káldor Mihály* egyetemi tanár, *Dr. Kiss Ervin* egyetemi tanár, *Dr. Nándori Gyula* egyetemi tanár, *Dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, *Dr. Sulz Ferenc* egyetemi tanár, *Dr. Vereskói János* egyetemi docens.

* * *

Dr. Polinszky Károly művelődésügyi miniszterhelyettes másirányú hivatalos elfoglaltsága miatt *Serfőző József* elvtárs révén képviseltette magát, s köszöntő levélben fejezte ki az ünnep alkalmából jókívánságait. Köszöntő levelének szövege az alábbi:

„Tisztelt Egyetemi Tanács!

Tisztelt Rektor elvtárs!

Kedves Elvtársak!

A Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Kara és Vaskohászattani Tanszéke igen jelentős jubileumhoz érkezett. A Tanszék most ünnepli alapításának 100 éves évfordulóját és 100 éve képezünk kohómérnököket is. A Tanszék e hosszú idő alatt kiemelkedő munkát végzett, nagymértékben járult hozzá ahhoz, hogy kiválóan képzett kohómérnökök sokasága hagyhassa el az intézményt és alkotó munkájával bizonyíthassa, hogy a szaktudás mellett a szakma szeretetére, humanizmusra is oktatták és nevelték itt őket.

Külön kis fejezetet érdemel e rövid méltatásban is az a több mint két évtized, amelyben a kohóipar egyik fellegvárában, Miskolcon, az új — immár a szocialista rendszerben felépített — egyetemen, a Nehézipari Műszaki Egyetemen fejti ki áldásos tevékenységét a Tanszék. A Miskolcon végzett kohómérnökök üzemekben és kutatóintézetekben, felsőoktatási intézményekben és az élet más területén bizonyítják, hogy szocialista mérnökké, alkotó emberré nevelték, s méltán büszkék arra, hogy itt végeztek.

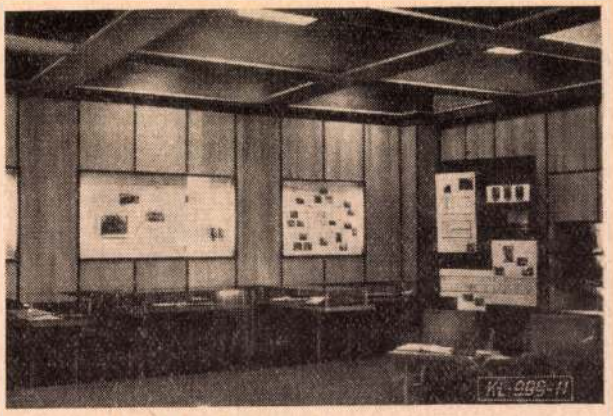
A Vaskohászattani Tanszék eddigi kiemelkedő oktató-nevelő és tudományos munkájáért ezúton is köszönetet mondok a Tanszék vezetőjének és valamennyi munkatársának, s kívánom, hogy a jövőben is hasonló eredményeket érjenek el, végezzék munkájukat továbbra is olyan áldozatkészen és lelkesen, mint eddig.

Ehhez kívánok a Tanszék valamennyi dolgozójának sok sikert, erőt, egészséget és egyéni életében sok boldogságot.

Budapest, 1972. május 31.

Elvtársi üdvözlettel:

Dr. Polinszky Károly"



11. kép. A kiállítás egy részlete

JUBILEUMI TANSZÉKTÖRTÉNETI KIÁLLÍTÁS A VASKOHÁSZATTANI TANSZÉKEN

A Vaskohászattani Tanszék fennállásának 100. évfordulója alkalmából tanszéktörténeti kiállítás nyílt június 1-én a Tanszék új kabinettermében.

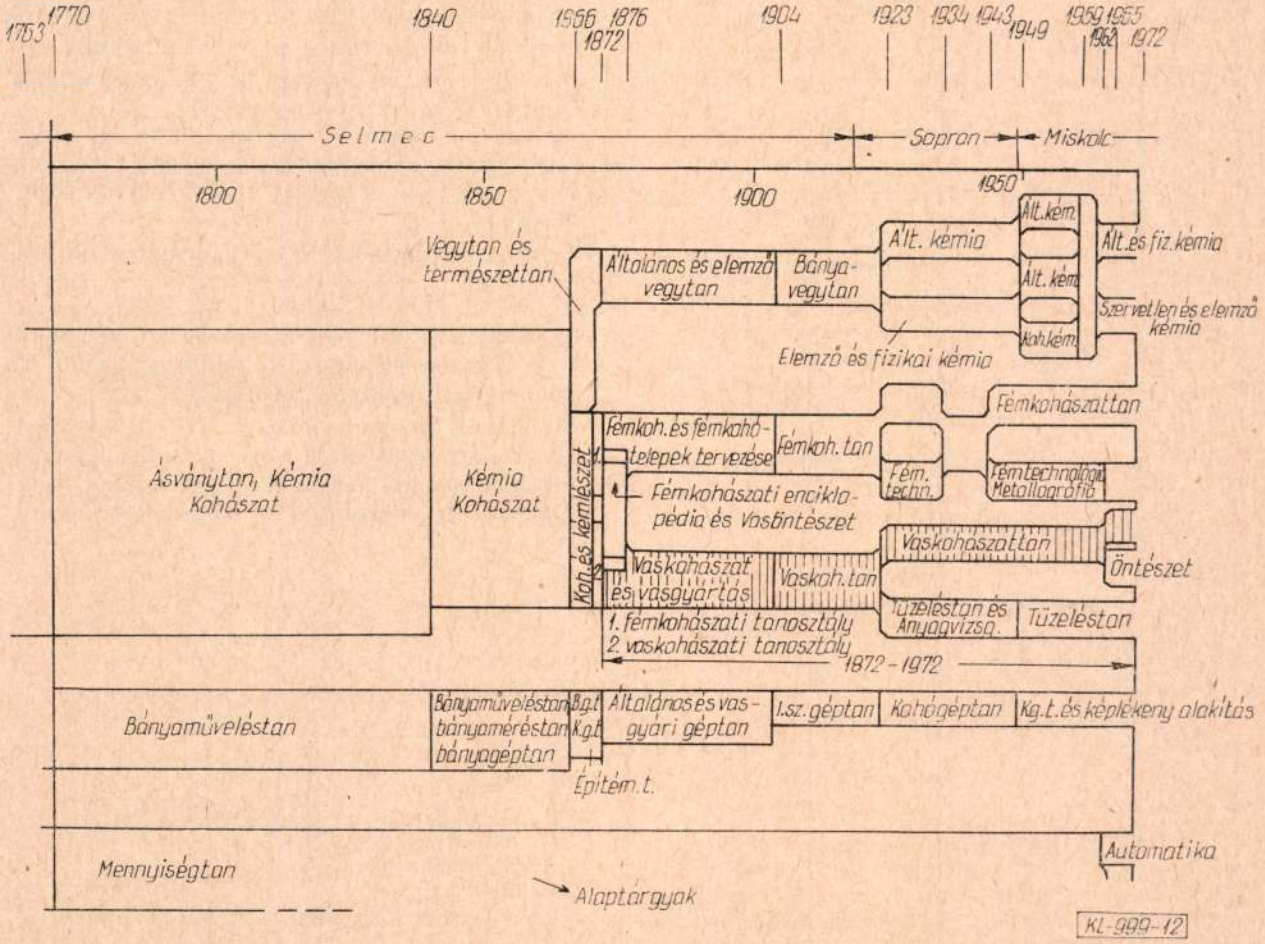
A kabinetterem egyik oldalfalán egy emléktábla áll a következő felirattal:

„E termet a Lenin Kohászati Művek készítette megtisztelő ajándékul a Vaskohászattani Tanszék részére megalakulásának 100. évfordulója alkalmából. Diósgyőr-Vasgyár 1972."

A termet *Dr. Énekes Sándor*, vezérigazgató, 1972. május 29-én adta át a Tanszéknek, melyet ezt követően — diplomakiosztásig — tanszéktörténeti kiállítás céljára rendeztünk be (későbbiekben e terem kabinet-rendszerű oktatás céljait fogja szolgálni) *(11. kép)*.

A terem reprezentatív kivitelű: korszerű megvilágítás, falazata és mennyezet-gerendái faburkolásúak, az oldalfalakban tágas üvegvitrinek és zárt szekrények, a padlózat ragasztott szőnyegborítású.

A bejárathoz legközelebb álló két falon helyezkednek el a jubileum alkalmából készíttetett — de később állandó jelleggel e teremben maradó — professzor-portrék: *Kerpely Antal, Soltz Vilmos, Barlai Béla, Balázs István, Cotel Ernő, Diószeghy Dániel, Zsák Viktor, Szele Mihály* portréi. A képek alján



12. ábra. A kohász szaktanszékek kialakulása

réztáblák jelzik tanszékvezetői beosztásuk időszakát, ez alatt fatáblán 15—20 soros összefoglalásban rövid életrajzuk szerepel.

A jubileumi tanszéktörténeti kiállítást *dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, a Vaskohászattani Tanszék vezetője nyitotta meg. Beszédében mindenekelőtt köszönetét fejezte ki minden kedves vendégnek, aki a Tanszék meghívására a jubileumi ünnepi ülésen részt vett és ezt követően a kiállítást is megtekinti. E részvétel a megtiszteltetésen túlmenően a Tanszék iránti bizalmat, az eddig végzett munka elismerését jelenti, és serkentőleg hat a Tanszék oktatóinak és dolgozóinak jövőbeni munkájára.

A tanszéktörténeti kiállítás anyaga 9 kiállítási asztalon, 2 álló táblán, 3 falitáblán és 5 üvegvitrinben nyert elhelyezést.

Bemutatásra került a Bányászati és Kohászati Lapok 1871. évi számából kinagyított fényképen a kohászképzés bevezetéséről szóló hirdetmény. Az 1770—1780-as évek eseményeit rögzítő — 1870-ben kiadott magyar és német nyelvű emlékkönyv szerint 1872-ig Selmecen csak bányászképzés folyt, s ezen belül a Kohászat és Kémlészet Tanszéken ill. a Vaskohászati tanosztályban *Kerpely* oktatta a kohászattant. *Farbaky István* memorandumban javasolta a képzés reformtervezetét, melynek elfogadása után 1872-től megindult a képzés a vaskohászati szakon is.

A reform bevezetése óta, tehát 100 év alatt, a szakosítás fejlődésével a kohász tanszékek változnak, újak alakulnak ki *(12. ábra)*.

A Vaskohászattani Tanszék sorsát nyomon követi a Tanszék teljes állású oktatóinak és kutatóinak adatgyűjteménye *(1. táblázat)*.

A kohászképzés megindulása óta végzett vaskohászok, ill. vaskohómérnökök pontos száma nem állapítható meg, mert a végzett kohász szakemberek elnevezése gyakran változott, de a statisztika szerint *(2. táblázat)* a mai napig Magyarországon 1796 kohász szakember szerzett oklevelet.

A kiállítás anyagának egyik érdekessége, hogy az 1796 végzett kohász szakember neve a végzettség és a végzés ideje szerint csoportosítva egy füzetben szerepel.

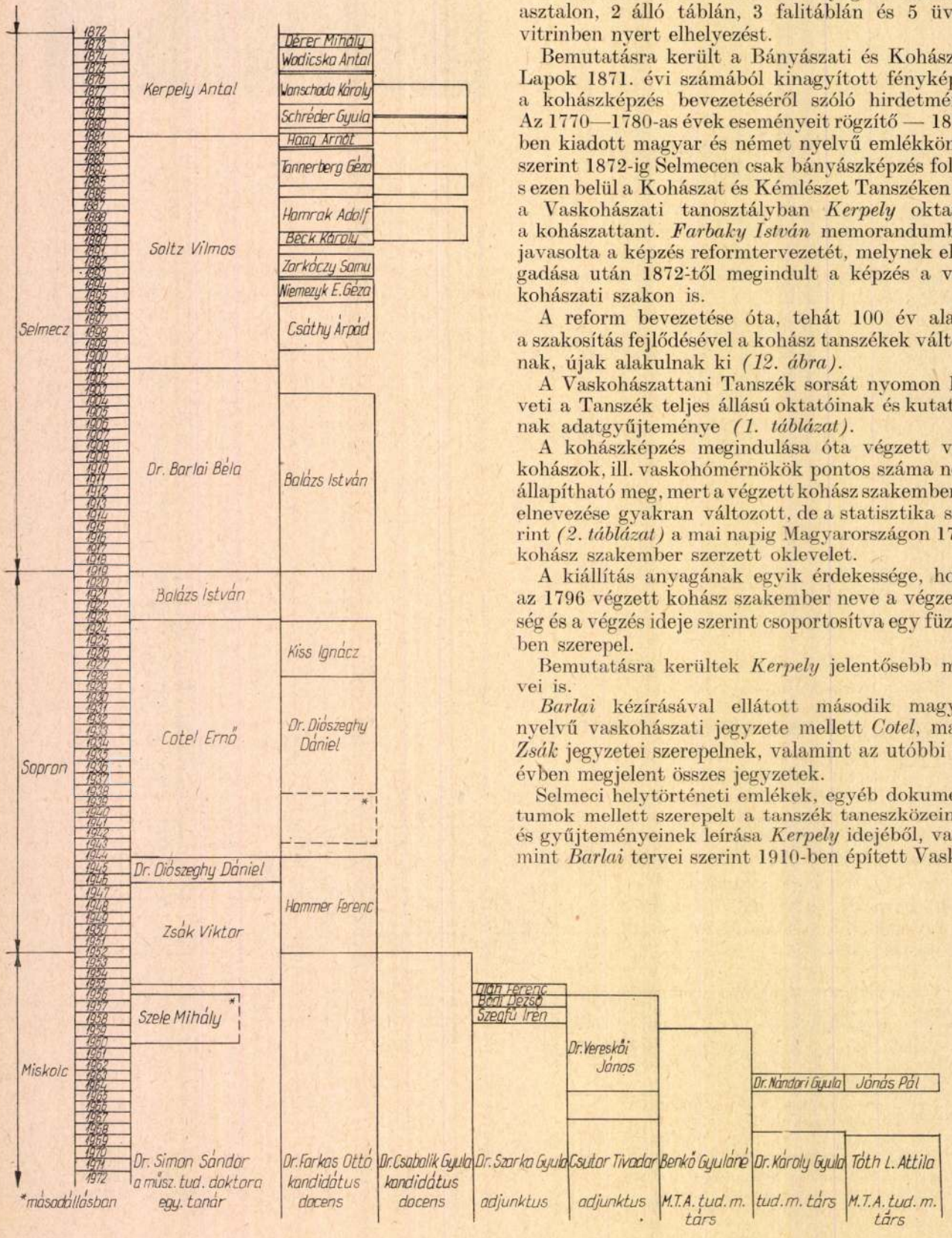
Bemutatásra kerültek *Kerpely* jelentősebb művei is.

Barlai kézírásával ellátott második magyar nyelvű vaskohászati jegyzete mellett *Cotel*, majd *Zsák* jegyzetei szerepelnek, valamint az utóbbi tíz évben megjelent összes jegyzetek.

Selmeci helytörténeti emlékek, egyéb dokumentumok mellett szerepelt a tanszék taneszközeinek és gyűjteményeinek leírása *Kerpely* idejéből, valamint *Barlai* tervei szerint 1910-ben épített Vasko-

1. táblázat

A Vaskohászattani tanszék teljes állású oktatói és kutatói az elmúlt 100 évben



A kiadott kohómérnöki oklevelek az elmúlt 100 év alatt *2. táblázat*

Szakember elnevezése → / Évfolyam ↓	Államvizsgázott vaskohász	Államvizsgázott fémkohász	Okleveles vaskohómérnök	Okleveles fémkohómérnök	Összesen
1872					
1873					
1874					
1875					
1876					
1877	2				2
1878	4				4
1879	—	3			3
1880	3	6			9
1881	8	5			13
1882	3	4			7
1883	2	4			6
1884	4	4			8
1885	4	—			4
1886	6	4			10
1887	5	—			5
1888	7	2			9
1889	4	2			6
1890	8	3			11
1891	2	—			2
1892	4	3			7
1893	2	1			3
1894	5	2			7
1895	4	3			7
1896	2				2
1896/1987			12	1	13
1897/1898			7	1	8
1898/1899			7	—	7
1899/1900			9	2	11
1900/1901			7	1	8
1901/1902			8	1	9
1902/1903			8	2	10
1903/1904			4	4	8
1904/1905			4	5	9
1905/1906			7	3	10
1906/1907			8	1	9
1907/1908			4	4	8
1908/1909			10	4	14
1909/1910			2	2	4
1910/1911			8	1	9
1911/1912			7	1	8
1912/1913			9	2	11
1913/1914			10	2	12
1914/1915			5	—	5
1915/1916			7	1	8
1916/1917			3	1	4
1917/1918			8	—	8
1918/1919			3	1	4
1919/1920			4	1	5
Összesen	79	46			

Szakember elnevezése → / Évfolyam ↓	Okleveles vaskohómérnök	Okleveles fémkohómérnök	Okleveles kohómérnök	Oklev. techn. kohómérnök	Okleveles szakmérnök	Okl. vas- és fémkohómérn.	Okl. öntőkohómérnök	Összesen
1920/1921	7	1						8
1921/1922	10	—						10
1922/1923	7	—						7
1923/1924	6	1						7
1924/1925	4	1						5
1925/1926	7	1						8
1926/1927	7	1						8
1927/1928	10	—						10
1928/1929	8	2						10
1929/1930	6	1						7
1930/1931	1	1						2
1931/1932	4	2						6
1932/1933	4	1						5
1933/1934	1	—						1
1934/1935	3	1						4
1935/1936	3	5						8
1936/1937	1	—						1
1937/1938	3	1						4
1938/1939	5	5						10
1939/1940	4	1	6					11
1940/1941		1	12					13
1941/1942			7					7
1942/1943			21					21
1943/1944			24					24
1944/1945			22					22
1945/1946			4					4
1946/1947			7					7
1947/1948			7					7
1948/1949			12					12
1949/1950	1		19					20
1950/1951	10		3	10	1			24
1951/1952	11	4	1	3	27			46
1952/1953	36	23		37	27			123
1953/1954	17	10		16	31			74
1954/1955	2	1		—	8			11
1955/1956				47	4	38		89
1956/1957				51	5	38		94
1957/1958				21		26		47
1958/1959				18		16		34
1959/1960				8		14		22
1960/1961				15		11		26
1961/1962				15		12		27
1962/1963				18		14		32
1963/1964				22		19		41
1964/1965				19		25		44
1965/1966				33		32		65
1966/1967				31		35		66
1967/1968				26		35	14	75
1968/1969				31		26	24	81
1969/1970				43		26	21	90
1970/1971				36		25	28	89
Összesen	339	105	145	500	103	392	87	1796

hászati Laboratórium alaprajza, a Laboratórium berendezéseit ismertető munka.

Cotel idejében kapta meg a Főiskola a magántanári kinevezés, ill. a doktori cím adományozásainak jogát. Vaskohász szakemberek közül mindkettőt először *Nahoczky Alfonz* kapta meg. Ezek az okiratok is kiállításra kerültek.

Végül már a NME-en készített diplomatervek, ipari kutatómunkák, akadémiai zárójelentések, a NME-ről szóló könyvek, a tanszéki album, az oktatók disszertációi, valamint a jubileum alkalmából az Egyesület által adományozott Kerpely érem is bemutatásra kerültek.

* * *

A jubileumi kiállítás megnyitása alkalmából megkezdett tanszéki Vendégkönyv beírásai szerint úgy tűnik, sikerült a kiállítás anyagát úgy összeválogatni, hogy minden érdeklődő emlékeket felidézve távozhatott, nyomonkövethette az elmúlt időszak fejlődésének folyamatát.

* * *

A Tanszék fennállásának 100. évfordulója alkalmából a Vaskohászattani Tanszék *jubileumi emlékérmet* készíttetett, melyet minden meghívott vendég a jubileumi kiállítás megtekintése előtt és alatt megkapott. Természetesen mindazok, akik halaszthatatlan egyéb elfoglaltságuk miatt ünnepségünkön megjelenni nem tudtak, de köszöntő levelükkel, táviratukkal együtt ünneplésüket fejezték ki, utólag is megkapták névreszóló emlékérmüket.

* * *

A jubileumi kiállítás megtekintését követően a Tanszék oktatói és dolgozói meghívott vendégeink körében a Hámor étteremben ünnepi ebéden vettek részt.

Dr. Simon Sándor, a Vaskohászattani Tanszék vezetője pohárköszöntőjében ismét megköszönte azt a megtiszteltetést és bizalmat, mely az egésznapi ünnepség során vendégeink, kollégáink részéről megnyilvánult. Ez a bizalom egyben kötelezettség is a jövőre nézve, s *dr. Simon Sándor* ígéretet tett arra, hogy a Tanszék oktatói és dolgozói a jövőben is törekedni fognak e bizalomnak maradéktalanul megfelelő eredményeket elérni.

A pohárköszöntőre a vendégek nevében *Komjáthy László*, a Csepeli Vas- és Fémművek műszaki igazgatója válaszolt. Üzemi szempontból igen eredményesnek és hasznosnak ítélte a Kohómérnöki Kar, ill. a Vaskohászattani Tanszék utóbbi években végzett munkáját, s további sikereket kívánt.

* * *

A díszebéd után a résztvevők különautóbusszal, személygépkocsikkal a hámori Központi Kohászati Múzeum megtekintésére indultak, ahol *dr. Énekes Sándor* vezérigazgató nevében *dr. Sziklavári János* főmetallurgus fogadta a vendégeket, és szakszerű tájékoztatója közben tekintették meg az igen sok működő makettet tartalmazó kiállítási anyagot. Azok számára is élményt jelentett a kiállítás megtekintése, akik esetleg már előzően is ismerték a Múzeum anyagát. *(Károly Gy.)*

Nagyteljesítményű acélgyártó kemencék korszerű tűzálló anyagai és karbantartási módszerei

HAMMER FERENC—FARKAS SÁNDOR—CSÉPAI DEZSŐ
okl. kohómérnökök,
Kohászati Gyárépítő Vállalat

DK: 669.183.218.54:66.043/66.044

Tanulmányúti tapasztalatok alapján a szerzők ismertetik egy korszerű SM acélműnek a kemence konstrukcióját és karbantartását. Technológiai és karbantartási eljárások leírása, amelyekkel 800—900 adag tartamú boltozat és 2500 adagtartamú rácstartósságot érnek el. Hulladékvas előmelegítéssel működő oxigénes konverter acélmű üzemi technológiája és a konverter tűzálló falazat karbantartása. Ívkemencék oldalfalának felszórásos javítása. A tapasztalatok értékelése és a hazai tennivalók.

A hazai acélművek termelését a IV. ötéves terv folyamán az acélgyártó kemencék intenzívebb üzemeltetésével, elsősorban oxigén fokozott alkalmazásával és a naptári időkihasználás egyidejű javításával vagy legalábbis szinten tartásával kell növelni. Az oxigén fokozott alkalmazása az SM acélgyártásnál azonban az olvasztás és a metallurgiai folyamatok gyorsítása mellett fokozza a kemence, de különösen a kemence felső részének (boltozat, első-, hátsófal, salakzóna, felszállók) elhasználódását. Súlyosbítja a helyzetet, hogy a gyorsabb elhasználódás az egyes kemencerészeken belül sem egyenletesen jelentkezik, hanem sokszor viszonylag kis területen, mint pl. a boltozati lándzsák környéke, vagy a salakzóna.

Hasonló problémákkal kell megküzdeni az oxigénes konverterekben és a nagyteljesítményű ívkemencékben történő acélgyártás során is, pl. ívkemencékben az elektromos ív által legjobban igénybevett oldalfal szakaszok, az ún. „forró pontok" esetében.

Ha a helyi, gyors elhasználódást megfelelő módon nem ellensúlyozzuk, akkor a kemencét viszonylag kis adagszám után le kell állítani javításra és olyan tűzálló falazati részeket is fel kell esetleg újítani, amelyek még huzamosabb ideig üzemben tarthatók lettek volna.

Az előzőekből kitűnik, hogy a növelt kemenceteljesítmény az időkihasználás csökkenésével és a fajlagos tűzállóanyag fogyasztás emelkedésével jár együtt, ha a fokozott igénybevételnek jobban ellenálló tűzállóanyagokkal és új, korszerű karbantartási technológiákkal nem biztosítjuk az ún. kiegyensúlyozott kemencekopást.

Fenti célok elérésére fejlesztették ki az utóbbi másfél évtizedben a különböző, a kemence meleg állapotában alkalmazható felszóróanyagokat és az ezek eredményes használatát biztosító felszórási technológiákat, illetve felszóró gépeket. Magyarországon első lépésként az oxigénes üzemű SM kemencék boltozatának üzemközbeni felszórásos karbantartását vezettük be jó eredménnyel (DV, OKÜ), amelyről a Kohászati Lapokban (1970. 4. sz.) részletesen beszámoltunk. Jelenleg folyamatban van a salakzónák, SM kemence hátsófalak és ívkemence oldalfalak tartósságnövelésére szolgáló felszóró anyagok és felszóró eljárásokat bevezetése, az alkalmazott falazati tűzállóanyagok minőségének egyidejű javításával. Ezen eljárásokat különösen időszerűvé teszi a folyamatos öntés bevezetése a két legnagyobb magyar SM acélműben. Mivel az új technológia a folyékony acél eddiginél nagyobb mértékű túlhevítését kívánja meg, természetes velejárója a kemence tűzálló falazatának, így elsősorban a salakzónának és az ehhez közvetlenül kapcsolódó falazati részek gyorsabb elhasználódása.

Cikkünk célja, hogy az előzőekben előadott szempontok figyelembevételével ismertessük a nagyteljesítményű acélgyártó berendezéseknél (oxigénes SM kemencék, ívkemencék, oxigénes konverterek) alkalmazott korszerű tűzállóanyagokat és felszórásos karbantartási módszereket, az ezekkel belés külföldön elért legújabb eredményeket, továbbá áttekintsük azokat a korszerű üzemviteli módszereket, amelyek előzőekkel összekapcsolva elvezetnek a kívánt eredményhez: a nagy kemenceteljesítménnyel egybekötött, magas naptári időkihasználáshoz.

Nagyteljesítményű SM kemencék korszerű karbantartása (1)

A példaképpen ismertetett SM acélmű a legkorszerűbb és legeredményesebben működő USA SM acélművek közé tartozik, amely jelenelg még az oxigénes konverter acélművek mellett is gazdaságosan üzemeltethető.

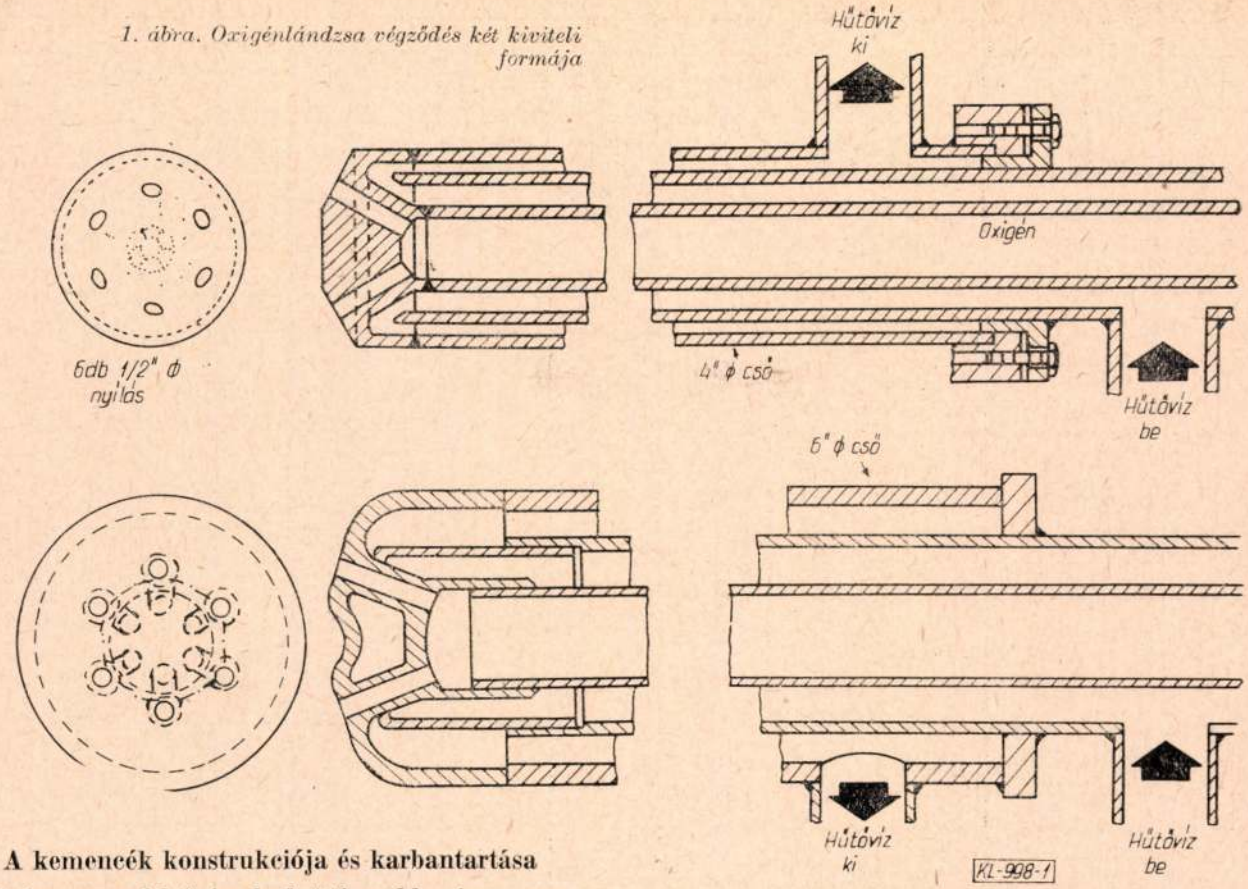
Az alábbiakban az 1971. évben lebonyolított tanulmányúton ebben az SM acélműben szerzett tapasztalatokat ismertetjük [1].

Az üzem főbb műszaki- gazdasági mutatószámai a következők:

1. SM kemencék száma;	9 db
2. SM kemencék kapacitása;	350 t
3. SM kemencék fajlagos teljesítménye;	50—55 t/óra
4. A kemencék naptári időkihasználása;	92%
5. Évi termelési kapacitása;	3,5 millió t/év
6. Fajlagos oxigén felhasználás;	29,6 Nm^3/t
7. Fajlagos kalória felhasználás (fűtőolaj);	$0{,}61 \times 10^6$ kcal/t
8. Fajlagos folyékony nyersvas betét;	75%
9. Fajlagos tűzállótégla felhasználás;	5—6 kg/t
10. Fajlagos felszóróanyag felhasználás;	
a) Boltozati felszóróanyag:	3 kg/t
b) Egyéb felszóróanyagok:	4 kg/t
Felszóróanyagok összesen:	7 kg/t

Gyártott acélminőség: 90% mechanikusan fagyasztott, csillapítatlan acél.

1. ábra. Oxigénlándzsa végződés két kiviteli formája



A kemencék konstrukciója és karbantartása

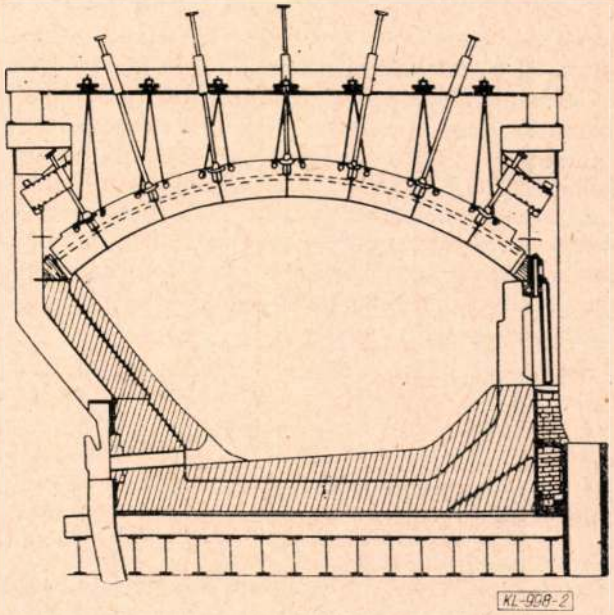
A kemence felsőrész legkritikusabb része, megegyezően a hazai tapasztalatokkal, a főboltozat, amelyben 2 db vízhűtéses oxigén lándzsa van elhelyezve az oxigénnek a fürdőbe történő fúvása céljából. A lándzsavégződés konstrukciójának 2 kiviteli formája az *1. ábrán* látható [2].

A főboltozat konstrukciója és anyagminősége az évek során, fokozódó igénybevételnek megfelelően, jelentős változáson ment keresztül. Az eredeti konstrukció egy viszonylag nagy ívmagasságú, kémiailag kötött, belső lemezelésű külső lemezborítású krómmagnezit téglákból álló boltozat volt. A felfüggesztés megoldását a *2. ábra* mutatja [2].

Az ismertetett boltozatkonstrukció esetében a lemezborítású, boltozati téglasorok között kb. 5 mm vastag lemezek vannak keresztirányban felfüggesztve. A boltozat, közvetlenül elkészítés után, feszített boltozatként viselkedik. Felfűtés után, üzem közben a felfüggesztett acéllemezek összeolvadnak a lemezborítású boltozati téglákkal és ilyen módon jön létre a függesztett boltozat. Az alaktartósság biztosítására a boltozatot hosszanti I-gerendák szorítják le kitámasztó vasakkal.

Miközben a kezdetben alkalmazott, kb. 13,5 Nm^3/t oxigén fogyasztást a termelés növelése céljából 30 Nm^3/t-re növelték, a fokozódó boltozat elhasználódás ellensúlyozására egyre jobb minőségű boltozati tűzállóanyagokat alkalmaztak, növelték a főboltozat fürdőfelület feletti magasságát és az összes kemencénél fokozott mértékben alkalmazták a boltozat üzemközbeni felszórását. Először az ún. direkt kötésű, tehát nagy hőmérsékleten égetett boltozati téglákra tértek át, majd legutóbb az összes kemencénél bevezették az olvasztott magnezitkróm, Corhart 104 minőségű téglából készített főboltozatok használatát. Amíg a direkt kötésű magnezitkróm boltozati téglák alkalmazásával a boltozattartósság 500 adag körül mozgott, addig a Corhart 104 boltozatokkal 800—900 adagos tartósságot érnek el *(1. táblázat)*.

A tartósságnövekedés oka a boltozati téglák minőségének megváltoztatásán kívül a boltozatvas-



2. ábra. „Fairless" boltozat felfüggesztése és leszorítása

Kelt: hetente szombaton

SM acélmű

1.	2.	3.	4.	5.	6.		7.					
Kemence sz.	1 salaktisztítás / 2 salaktisztítás / összes adag	Adagsz. salaktisztítás után	Boltozat adagsz. és fajta	Előző kamp. bolt. adagsz. és fajta	Rácsok a: Adagsz. utolsó tisztítás óta	Rácsok b: Adagsz. utolsó rács-csere óta	Kemencehuzat mm v. o. a: Rácsok É	a: Rácsok D	b: Füst csat. É	b: Füst csat. D	c: Telj. rendsz. É	c: Telj. rendsz. D
1			141 Corhart 104	835 Corhart 104	141	966	5,1	7,6	20,4	20,4	114,4	117
2			216 Corhart 104	512 Lavino 1202	216	1218	5,1	7,6	25,4	25,4	137	139
3		103	266 Corhart 104	496 Lavino 1202	103	266	7,6	7,6	22,8	22,8	108	108
4		214	558 Corhart 104	939 Corhart 104	214	1497	—	10,2	38,7	40,7	—	234
5		178	412 Corhart 104	455 Lavino 1203	178	412	Leállítás					
6		115	348 Corhart 104	465 Narmag 60	115	348	7,6	7,6	35,6	40,7	200	200
7		88	309 Corhart 104	450 Nucon 60	88	2316	7,6	—	48,3	48,3	172	—
8				551 Corhart H-22		308	Leállítás					
9			178 Corhart 104	533 Nucon 40	178	9500	10,2	10,2	35,6	38,2	178	182

tagság növelése volt. Ugyanis amíg a megelőzően használt, direkt kötésű magnezitkróm tégla boltozat mezőtégláinak hossza 300 mm, bordatégláinak hossza 380 mm volt, addig a Corhart 104 minőségű boltozatok 70—80 mm-rel hosszabbak: a mezőtéglák hossza 370 mm, a bordatégláké 460 mm.

A kemence boltozatok állapotának heti ellenőrzésére szolgál a *3. ábrán* bemutatott ellenőrző lap. Ez a jelentés képet ad az üzem mind a 9 SM kemencéje főboltozatának állapotáról és a következő felvilágosításokat tartalmazza:

1. A kemence boltozatokon felhalmozódott por mértéke.
2. A boltozat esetleges elvékonyodott helyein az átizzás mértéke.
3. A főboltozatokon végrehajtott meleg javítás helye és nagysága.

A kampány kb. 100—150. adagjától a főboltozatokat naponta három műszakban kezelik felszórással olyan módon, hogy az első műszakban a boltozatok elülső-, a második műszakban hátsó harmadát, majd a harmadik műszakban a boltozatok középső szakaszát kezelik. A boltozati felszóróanyag fogyasztás kb. 3 kg/t.

A felszóróanyagot gyártó cég részéről műszakonként 1 ellenőr szakfelügyeletet lát el. Feladata nemcsak a felszórás szakszerűségének, hanem az oxigénes fúvatás előírásai betartásának ellenőrzése is.

A felszórás ellenőre az üzem vezetőjének tesz jelentést, ha az említett területeken rendellenességet tapasztal, mivel a szakszerűtlen oxigén fúvatás nagymértékben leronthatja a boltozattartósságát.

Különösen figyelemreméltónak és tanulságosnak ítéljük az ismertetett SM kemencék alsó részének, regenerátorainak és salakkamráinak üzemeltetésével és karbantartásával kapcsolatban tapasztaltakat. Fentiekről az 1. táblázat adatai nyújtanak felvilágosítást.

Az üzemi jelentésből, valamint a helyszíni konzultációkból az alábbiak voltak megállapíthatók:

A 800—900 adagos boltozati kampány folyamán az SM kemencéket általában két ízben állítják le salakkamra tisztításra. A salakkamrák tisztítását úgy végzik, hogy a még izzó állapotú salakba rob-

8. Füstgáz elemző szab. a	8. Füstgáz elemző szab. b	9. Fajl. hőfogy. 10^6 kcal/t	10. Sorrend hőfogy. szerint tárgyi héten	11. Sorrend előző héten	12. Fajl. heti O_2 fogy. m^3/t	13. Salak képz. kelt 7/20/71 7/14/71 É	13. Salak képz. kelt 7/20/71 7/14/71 D	14. Elvégzendő munkák Hétvégződés kelte VII 24	VII 31	VIII 7	VIII 14	VIII 21	Jelmagyarázat
igen	nem												
×		0,62	4	3	26,4								
×		0,68	7	7	32,2				F. C.				
×		0,66	6	6	29,8								
×		0,64	5	5	29,5					C.			
×		0,70	8	8	32,6	Leáll.		C.					
×		0,55	3	4	29,8								
	×	0,52	1	2	28,0								
Leállítva		—		—	—	Leáll.		R. B.	R. B.	R. B.			
×		0,52	2	1	26,6						F. C.		

FC = 24 órás tisztítás C = norm. tisztítás RB = felújítás

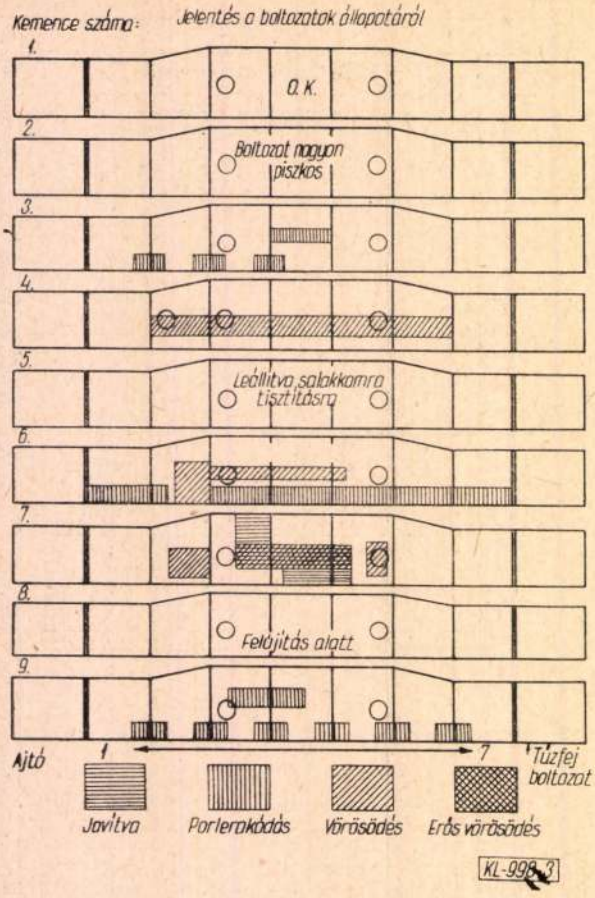
bantó lyukakat fúrnak, robbantással fellazítják és a fellazított salakot önjáró markológépek segítségével eltávolítják. A salakkamrák tisztítása szükségességének időpontját úgy határozzák meg, hogy a salakkamrában felgyűlt salak szintjét 2 hetente lefényképezik, a fénykép alapján a heti üzemi jelentésbe (13. sz. rovat) berajzolják a salakhegy körvonalát (a táblázatot 90°—90°-kal elfordítva mutatja a salak elhelyezkedését a kamrában), majd a 14. sz. rovatba bejegyzik a salakkamra tisztítás előirányzott időpontját. Kétféle nagyságrendű salakkamra tisztítást különböztetnek meg: 24 órás és „normális" salaktisztítást. Utóbbi 3—4 napig tart és ez alatt szokták elvégezni az esetleg szükséges helyi boltozat, vagy felszálló javítását is.

A salakkamra tisztítást követő, viszonylag gyors, kb. 24 órás felfűtésre a legutóbbi időben bevezetett, olvasztott magnezitkróm Corhart 104 minőségű boltozati téglák érzékenyebbek, mint az égetett, vagy vegyi kötésű boltozati téglák. Ez ellen úgy védekeznek, hogy miután az SM kemencét leállították salakkamra tisztításra egy „Insulag" elnevezésű, hőszigetelő felszóróanyaggal bevonják a főboltozat belső felületét.

A felfűtés folyamán, kb. 1000—1200 °C elérésekor a felszórt szigetelő réteg leválik, azonban a felfűtésnek ezen szakaszáig hatásosan megvédi az olvasztott magnezitkróm téglákból álló boltozatot a gyors hőmérséklet növekedés és az ezzel járó esetleges repedések ellen.

Az „Insulag" hőszigetelő betont egyébként a regenerátor rácskamrák oldalfala külső felületének beszórására használják, részben a hőveszteség, részben a hamis levegő beszívás csökkentésére. Ez utóbbi tényező kiküszöbölésére olyan nagy gondot fordítanak, hogy egy másik felszóróanyaggal a regenerátor rácsok vízszintes, függő boltozatának és kohószint feletti oldalfalainak belső felületét is bevonják minden felújítás után, a fugák tökéletes tömítése céljából.

Az SM kemence különböző részeinek felszórással végzett karbantartásának fontosságát legszembetűnőbben a tűzállóanyag fogyasztási adatok tanusítják: 5—6 kg/t összes tűzállótégla felhasználás mellett összesen 7 kg/t felszóróanyagot használnak. Utóbbiból 3 kg/t a főboltozatok karbantartására, kb. 1 kg/t a salakzóna és csapolónyílás karbantartására és 3 kg/t a rácskamrák falainak tömítésére szolgál.



3. ábra. Jelentés a boltozatok állapotáról

Rácskarbantartás

A regenerátor rácsokat hetente, üzem közben nagynyomású (40 att.) vízzel tisztítják. A rácsok alatt felgyülemlett port gőzfúvással távolítják el. A rácsok és rácskamrák karbantartásának magas fokát bizonyítják a heti üzemi jelentés, 6/*b* rovatába bejegyzett rácstartóssági adatok, amely szerint a rácsokat csak többezer adag után kell kicserélni. Bizonyára ugyanezen rácskarbantartási módszer, valamint a magasfokú tüzeléstechnikai ellenőrzés a magyarázata az alacsony fajlagos kalóriafogyasztásnak is ($0{,}61 \cdot 10^6$ kcal/t).

Az SM kemencék építésének gépesítésével kapcsolatosan igen hasznosnak találtuk a salakkamra falazat és a felszálló aknák építéséhez használt, hidraulikusan emelhető falazó állást. Ennek alkalmazása azáltal gyorsítja a kemence építését, hogy kiküszöböli azt a veszteség időt, amelyet a falazó állás különböző magasságokban történő elkészítése igényel.

Hulladékvas előmelegítéssel működő oxigénes konverter acélmű (1,3)

Az ismertetett oxigénes konverter acélmű, mind nagyságrendje, mind üzemeltetési körülményei szempontjából igen tanulságos a hazai acélgyártás fejlesztése tekintetében, továbbá hasznos tapasztalatokat nyújt a konverterek tűzálló falazatának korszerű karbantartására vonatkozóan.

Az oxigénes konverter acélmű a meglevő és elavultnak ítélt SM acélműnek helyettesítésére épült 1967-ben. 2 db, 126 t kapacitású oxigénes konverter egységből áll, amelyek közül egy működik állandóan. Évi termelési kapacitása kb. 1,2 millió t acél. A le nem bontott régi SM acélművet raktárnak használják.

A konverter acélmű folyékony nyersvas szükségletét egy átlagosan 1700 t/nap teljesítményű nagyolvasztó biztosítja. A folyékony nyersvasat torpedó üstökben szállítják át a konverter acélmű nyersvasfogadó állomására (kapacitásuk 110—180 t) és ott, nyersvaskeverő közbeiktatása nélkül, közvetlenül töltik át a konverter acélmű max. 125 t befogadóképességű nyersvas üstjeibe.

A vállalat 1 db nagyolvasztója nem termel elegendő nyersvasat ahhoz, hogy az oxigénes konverter acélgyártásnál felhasználható max. 30% hulladékvas betét figyelembevételével, üzemkiesés nélkül kiszolgálja az állandóan működő 125 t-ás konvertert.

Ezen az üzem úgy igyekszik segíteni, hogy az oxigént befúvó lándzsán kívül egy másik, földgáz-oxigén lándzsát alkalmaznak, amellyel csapolás után a konverterbe töltött hulladékvasat kb. 1000—1100 °C hőmérsékletre melegítik fel. Ezzel max. 40% hulladékvas beolvasztása válik lehetővé és így pótolják a hiányzó folyékony nyersvas betét jelentős részét.

Egy szomszédos városban levő computer központ igénybevételével számítógépen kb. 3 perc alatt megkapják az adag gyártásához szükséges legfontosabb adatokat.

A számítógépbe táplált adatok a következők:

— Gyártandó acél minősége,
— hulladékvas előmelegítés megkívánt hőmérséklete,
— a beadagolt fémbetét (hulladékvas, nyersvas) súly adatai,
— folyékony nyersvas kémiai összetétele,
— előírt salak bázicitás és csapolási hőmérséklet.

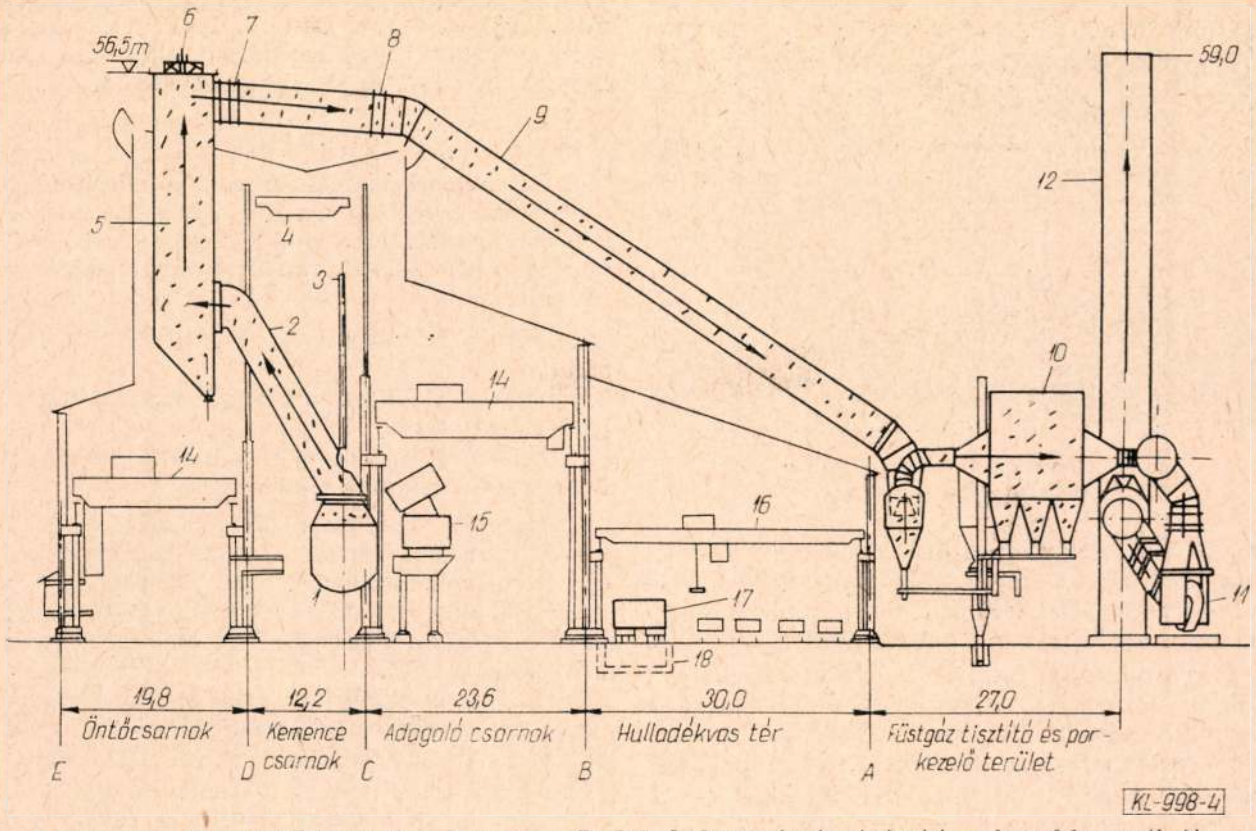
A számított adatok:

— Hulladékvas előmelegítéshez szükséges oxigén mennyiség,
— fúváshoz szükséges oxigén mennyiség,
— égetett mész szükséglet,
— egyéb salakképző mennyiség,
— esetleg szükséges szenítőanyag, vagy hűtéshez szükséges mészkő mennyisége.

Egy tipikus számítógép adatlap a *2. táblázatban* látható.

A VÖEST gyártmányú konverterek elszívó ernyője elgőzölögtető hűtésű, a gáztisztító berendezés száraz-elektrosztatikus rendszerű. Az üzemi csarnokok elrendezését és a gáztisztító rendszert a *4. ábra* mutatja be.

Az oxigénes konverterek munkabélése kátránnyal telített magnezit tégla. Ezzel, valamint az erősen kopó bélés-szakaszok magnezites felszóróanyaggal történő javításával igen jó bélés tartósságot érnek el. Az átlagos tartósság kb. 1000 adag, max. tartósság 1200 adag. A fajlagos tűzálló tégla fogyasztás kb. 3 kg/t, a fajlagos felszóróanyag felhasználás 0,5 kg/t.



4. ábra. Alan Wood (USA) oxigénes konverter acélművének elrendezése és gáztisztító rendszer folyamatábrája

1. 126 t-ás konverter, 2. Gőzfejlesztő ernyő, 3. Oxigén lándzsa, 4. Lándzsa daru, 5. Elgőzölögtető kamra, 6. Lefúvó tolattyú, 7. Tágulási darab, 8. Pillangó szelep, 9. Leszálló ág, 10. Gáztisztító, 11. Ventillátor, 12. Kémény, 13. Öntődaru, 14. Nyersvas beöntő daru, 15. Hulladékvas adagológép, 16. Hulladékvas daru, 17. Hulladékvas átadó kocsi, 18. Hulladékvas mérleg

2. táblázat

Földgáz-oxigén előmelegítéssel működő oxigénes konverter számítógépes adaglapja (1)

Betáplált információ:

Adagszám: 40 275
Acél jele: SAE 2160
Nyersvas üstök száma: 2 db
Hulladékvas súlya: 55 000 kg
Előírt csapolási karbontartalom: 0,08%
Előírt salak bázicitás: 3
Előírt csapolási hőmérséklet: 1600 °C
Folyékony nyersvas hőmérséklete: 1320 °C
Folyékony nyersvas: %

	Si	Mn	S	P	Súly kg
1. üst	1,23	0,29	0,050	0,064	45300
2. üst	1,13	0,32	0,037	0,075	49500
Átlag (összesen)	1,178	0,306	0,043	0,07	94800

Számított adatok:

Oxigén szükséglet előmelegítéshez 3250 m³
Oxigén szükséglet fuvatáshoz 5600 m³
Égetett mész 7900 kg
Dolomitos mész 1800 kg
Folypát 230 kg
Földgáz-oxigén lándzsa teljesítmény adatai:
Oxigén 15 400 m³/ó
Földgáz 8500 m³/ó
Oxigén fúvatás sebessége oxigén lándzsán keresztül: 22 600 m³/ó

Ívkemencék oldalfalának tartósságnövelése

Az ívkemencék kritikus tűzálló falazati részeinek, így elsősorban a salakzónának és az oldalfal „forró pontjainak", gyors és eredményes karbantartására nagy MgO tartalmú felszóróanyagok szolgálnak. Ezeket, a krómérc bázisú boltozat karbantartó anyagtól eltérően, nem keverik össze előzőleg vízzel, hanem a felszórógépbe száraz állapotban adagolják és pneumatikusan továbbítják a felszóró tömlőn keresztül a felszóró fejig. Itt megfelelő mennyiségben nagynyomású vizet adagolnak a felszóró anyaghoz és nagy erővel szórják, illetőleg tömörítik a javítandó kemencerészekre *(5. és 6. ábra)*.

Egy javítás folyamán, kb. 30 mm vastag rétegekben, kb. 100 mm összvastagságú, tömör, tartós réteget lehet kiképezni.

Tekintettel arra, hogy ezek az MgO bázisú felszóró anyagok üzemi hőmérsékleten kötő adalék-

5. ábra. Ívkemence salakzónájának és oldalfalának felszórásos javítására szolgáló felszóró gép

6. ábra. Ívkemence oldalfal és salakzóna melegfelszórásos javítása

anyagokat tartalmaznak és bevitelükre nagyteljesítményű felszóró gépek szolgálnak, segítségükkel a kimaródott salakzóna és ívkemence oldalfal izzó állapotban viszonylag rövid idő alatt kijavítható.

Magyarországon az ívkemencék fentebb említett, kritikus falrészeinek meleg felszórásos karbantartása során a legjobb tapasztalatokat a „Guntapite" elnevezésű felszóró anyaggal értük el, amely 86—90% MgO-t tartalmaz. További előnye ennek a felszóró anyagnak viszonylag alacsony (2,0—3,0%) Fe_2O_3 tartalma, amely körülmény a nagy MgO tartalommal és jó kötőképességgel párosulva a felszórással felvitt réteg tartósságát növeli és ezzel csökkenti a fajlagos felszóró anyag felhasználását.

Az ismertetett felszóró anyag segítségével Magyarországon egy 50 t-ás ívkemence oldalfalának tartósságát több mint 30%-kal sikerült megnövelni. A bázikus tűzállóanyag felhasználás ugyancsak 30%-kal, a hagyományos adagközi javítóanyag felhasználás pedig 50%-kal csökkent.

A felszórásos javítás jelentős munkaerő megtakarítást is lehetővé tett. Ugyanis a hagyományos adagközi javításhoz, gépesítés hiányában, 6 fő volt szükséges, míg a felszórásos adagközi javítást 2 fő is el tudta végezni. Az adagközi javítás ideje felszórással kb. felére csökkent.

Legújabb tapasztalatok szerint az ívkemence salakzóna és oldalfal tartósságának további növelésére van lehetőség Corhart 104 ömlesztett, magnezitkróm tűzálló téglák helyi alkalmazásával. A Corhart 104 tűzálló téglák fontos tulajdonsága rendkívüli tömörségük, amely a salakkal szembeni nagy ellenállóképességük alapja. Ezzel párosul igen nagy meleg szilárdságuk: a terhelés alatti lágyulás kezdete 2 kp/cm² mellett 1700 °C. Kémiai összetételük a következő:

MgO	56%	Cr_2O_3	20,3%	FeO	12,4%
SiO_2	2,4%	CaO	1,3%	Al_2O_3	7,2%

A Corhart 104 tűzálló téglákat a salakzónához és az oldalfal ívfény által legjobban igénybe vett, ún. forró pontjaihoz célszerű alkalmazni. Ez lehetővé teszi az egyes kemencerészek tartósságának egymással történő összhangba hozását. Néhány tipikus alkalmazási mód a *7.* és *8. ábrákon* látható [4]. Külföldi tapasztalatok alapján az oldalfal max. 20%-át kitevő Corhart 104 tűzálló téglát a legnagyobb igénybevételeknek kitett helyekre beépítve a tartósság 50%-kal növelhető.

Összefoglalás

A fejlett ipari államokban a nagyteljesítményű acélgyártó berendezések jó időkihasználását és a hazai viszonyokhoz képest lényegesen kisebb tűzállóanyag felhasználását az alábbi eszközökkel biztosítják:

a) Kiváló tűzállóanyag minőségnek alkalmazása.

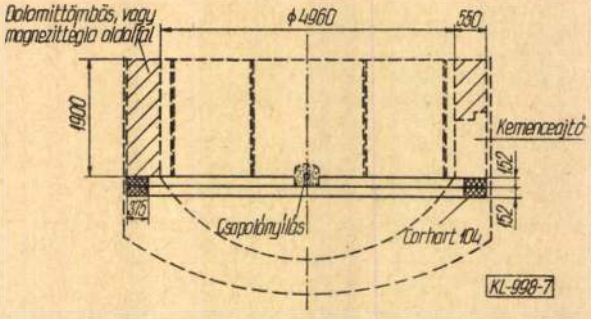
b) A felszórásos karbantartási módszerek kiterjedt használata.

c) Kiforrott üzemeltetés-ellenőrző módszerek céltudatos és szervezett alkalmazása.

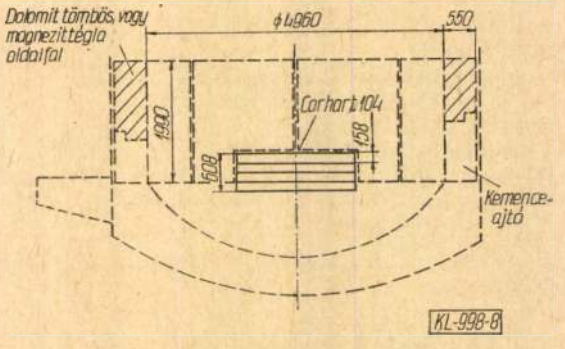
Tekintettel arra, hogy Magyarországon a IV. ötéves tervben az acéltermelést elsősorban a kemencék intenzívebb üzemeltetésével kell növelni és az intenzívebb üzemeltetés a kemencék tűzálló falazatának gyorsabb elhasználódását okozza, ezért ennek ellensúlyozására a bel- és külföldi tapasztalatok alapján az alábbi intézkedések mutatkoznak célszerűnek, amelyek gyakorlati végrehajtása részben már megtörtént, részben folyamatban van:

1. Az SM kemencék és ívkemencék legkritikusabb részeit (SM kemence főboltozat, ívkemencék „forró pontjai") az intenzív üzemeltetésnek jobban ellenálló tűzálló tégla fajtákból kell megépíteni.

2. A meleg felszórásos módszerek fokozott, szakszerű alkalmazásával biztosítani kell a kiegyensúlyozott kemencekopást a naptári időkihasználás javítása céljából.



7. ábra. CORHART 104 tűzállótéglák alkalmazási módja. Alkalmazási mód a salakzónában



8. ábra. CORHART 104 tűzállótéglák alkalmazási módja. Alkalmazás az ívfény által erősen igénybevett helyeken

3. A tűzállótégla import csökkentése céljából a hazai bázikus tűzálló-téglagyártás minőségi színvonalának sürgős megjavítására van szükség, elsősorban jobb minőségű nyersanyagok (szintetikus magnezit) alkalmazásával és a bázikus téglagyártásra szolgáló berendezések korszerűsítésével.

4. A hazai SM acélgyártás gátló tényezője a fejlett ipari államokhoz viszonyított alacsony rácstartósság.

Tanulmányutakon szerzett tapasztalatok alapján ennek okai a következők:

a) Helytelen az a hazai gyakorlat, hogy a rácsok felső részében bázikus téglákat alkalmaznak. Ugyanis a bázikus rácstéglákra az oxigénezés során keletkező por lényegesen nagyobb mértékben tapad, mint a samott téglákra, ezért a bázikus rácsok viszonylag gyorsan eltömődnek. Továbbá a bázikus rácstéglák a nagynyomású vízzel történő rácstisztító módszerekkel szemben igen érzékenyek és ezért nem teszik lehetővé ezen módszerek hatásos alkalmazását.

b) Fejlett ipari államokban oxigénes üzem mellett 1000 adag feletti rácstartósságot érnek el olyan módon, hogy a rács felső 1/3 részét nagy Al_2O_3 tartalmú téglákból építik. A rácstéglák felületét speciális lándzsák és nagynyomású víz alkalmazásával hetente tisztítják majd a tisztítás során a rácsok alatt felgyülemlő port és egyéb tapadványokat gőzfúvással, vagy nagyteljesítményű vákuumszívó berendezéssel eltávolítják.

Fentiek alapján szükséges a hazai SM acélművek rácsépítési és karbantartási technológiájának felülvizsgálata, illetőleg a nagy rácstartósságot biztosító nagy Al_2O_3 tartalmú téglák, valamint a külföldön jól bevált tisztító módszerek bevezetése.

IRODALOM

[1] *Hammer—Farkas—Csépai:* Útijelentés a KGYV delegációjának USA tanulmányútjáról. 1971. július.
[2] Iron and Steel Engineer, 1960. aug. 176. old.: Use of oxygen lances and basic brick in O.H. roofs.
[3] *Traub, J. W.—Hilmer, R. M.:* Alan Wood' S BOF shop. Iron and Steel Engineer 1969. márc. 530. o.
[4] L'Electro-Réfractaire cég tájékoztatója, 1971.

Kohászati kemencék falazatkopásának ellenőrzése és mérése radioaktív izotópok segítségével

KATONA LÁSZLÓ okl. kohómérnök, Ózdi Kohászati Üzemek

Dr. PŐCZE LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök Budapest

DK : 669.184.12 : 66.043 : 666.764 : 621.039.84

Szerzők ismertetik egy 800 Mp-os körkeverő kemence falazatának üzem közbeni kopásának radioaktív izotópos módszerrel végzett ellenőrzését. A mért dózisteljesítmény és a páncélon mért hőmérséklet közti kapcsolat ismeretében a falazat kopásának ellenőrzése a hőmérséklet alapján. A vizsgálat közben szerzett metallurgiai és tűzállóanyagismereti tapasztalatok.

Tűzálló falazatú kohászati berendezések elhasználódásának, kopásának üzem közbeni ellenőrzése nemcsak üzembiztonsági, munkavédelmi szempontból előnyös és hasznos. Lehetővé teszi, hogy a falazat állapotáról folyamatosan tájékozódjunk. Az üzem közben nyert ilyen értesülés alapján a berendezés szerkezeti hiányosságaira vagy előnyeire felvilágosítást kapunk. A kemence szétbontásakor ugyanis csak a végállapot látszik. Semmit sem tudunk a közben történtekről, a falazat kopásának folyamatos vagy talán bizonyos időszakban rohamosabb rongálódásáról. A hosszabb életű, jobb hőkihasználású berendzések tervezésekor az ilyen tapasztalatok feltétlenül értékesíthetők.

Az aktív anyagok felhasználásának már az első időszakában felismerték ennek a jelentőségét és lehetőségeit. Számos kísérletet s beépítést végeztek a világ minden táján, elsősorban nagyolvasztókban [1—8]. A tapasztalatokat felhasználták az újabb berendezések tervezésekor és építésekor. Megváltoztatták vagy megerősítették a kritikus helyeken a berendezést. Jobb minőségű tartósabb anyagot írtak elő a kényesebb helyekre. Így növekedett a berendezés élettartama és az üzembiztonsága is.

Hazánkban először 1963-ban végeztünk ilyen vizsgálatot. Az Ózdi Kohászati Üzemekben üzembe helyezett nyersvas-keverőkemence falazatába az előzőekben említettek alapján több helyre aktív jelző anyagot építettünk be.

A falazatkopás mérésének módjai

A falazat kopását kétféleképpen követhetjük sugárzó anyaggal: Az első eljárás szerint a berendezés falába, különböző helyekre, különböző sugárzó izotópokat építünk (Fe, Co, Ag, Zn stb.). A terv szerint beépített, s jelölt sugárzó anyagok eltávozását a falazatból úgy észleljük, hogy a csapolásnál vett próbának mindig megmérjük az aktivitását is. Ha a mérés eredménye pozitív, megállapítjuk milyen izotóp van a próbatestben. Ebből lehet azonosítani a beépítési hely lemaródását. Az eljárásnak az az előnye, hogy olyan helyek lemaródásáról is kapunk információt, amelyeket a berendezésen kívülről nem tudnánk észlelni. A módszer azonban nehézkes, többféle izotópot igényel, s ez korlátozza a beépítési helyek számát.

A második eljárás szerint a beépített izotópokat a berendezésen kívül észleljük. Helyüket pontosan a beépítési térkép alapján a külső burkolaton bejelöljük. Lekopás esetén ezen a bejelölt helyen a sugárzás megszűnik, amit kívülről nagyon könnyen megállapíthatunk. Hátránya ennek az eljárásnak az, hogy olyan helyek lemaródását nem tudjuk észlelni, amelyekhez kívülről nem lehet hozzáférni (pl. az alapzathoz). Határt szab ennek az észlelési módnak a nagy rétegvastagság is. Itt ugyanis igen

erősen sugárzó anyagot kellene alkalmazni, ezt pedig az egyéb sugárvédelmi intézkedések és előírások már nem engedik. Mégis, általában ezt a második eljárást alkalmazták eddig; a beépített sugárzó anyagot kívülről kísérték figyelemmel.

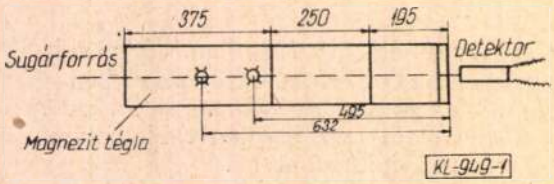
A sugárzó anyag kiválasztása

A sugárzó anyaggal szemben sok követelmény van: Az előbb említett egyik vagy másik módszer szerint mérhető legyen. Elég erős γ-sugárzónak kell lennie. Kívánatos a hosszú felezési idő és hogy az anyag magas hőmérsékleten olvadjon. Ezeknek a feltételeknek legjobban a Co^{60} felel meg. Felezési ideje 5,3 év, kemény γ-sugárzása van: *1.17* és *1.33 MeV*. A kobalt olvadáspontja 1490 °C.

Igen fontos a sugárzó anyag beépítési módja. A Co^{60} fémdrót alakban áll rendelkezésünkre. Mivel magasabb hőmérsékleten így csak párolog és a tűzálló anyag pórusaiba lassan felszívódhat, a sugárzó anyagot be kell foglalni. Legcélszerűbb kvarc-csőbe, vagy hőálló, illetve keramikus hüvelybe helyezni. A tökéletesen lezárt anyag kerül aztán a kívánt helyre, a kemence vagy egyéb olvasztó berendezésbe.

A sugárzás abszorpciója a páncélon és a falazaton, a sugárforrás aktivitásának számítása

A sugárzás fő abszorbense a magnezittégla. Jelentős a páncél elnyelése is. A többi anyag (samott, azbesztlap stb.) abszorpciója jelentéktelen ezekhez képest. A sugárintenzitás csökkenését, a falon kívüli dózist az *1. ábra* szerinti kísérleti elrendezésben határoztuk meg. A 2,2 mC aktivitású Co^{60} sugárforrás a kétréteges magnezit abszorpciója után 0,08 mR/óra dózisteljesítményt mutatott. A Co^{60} sugárzását a 20 mm vaslemez felezi. Így a páncél külső oldalán kb. *0,04 mR/óra* dózisteljesítmény várható. Ez a háttérnek majdnem 8—10-szerese s így a beépített sugárforrás a páncél külső falán jól kimutatható.

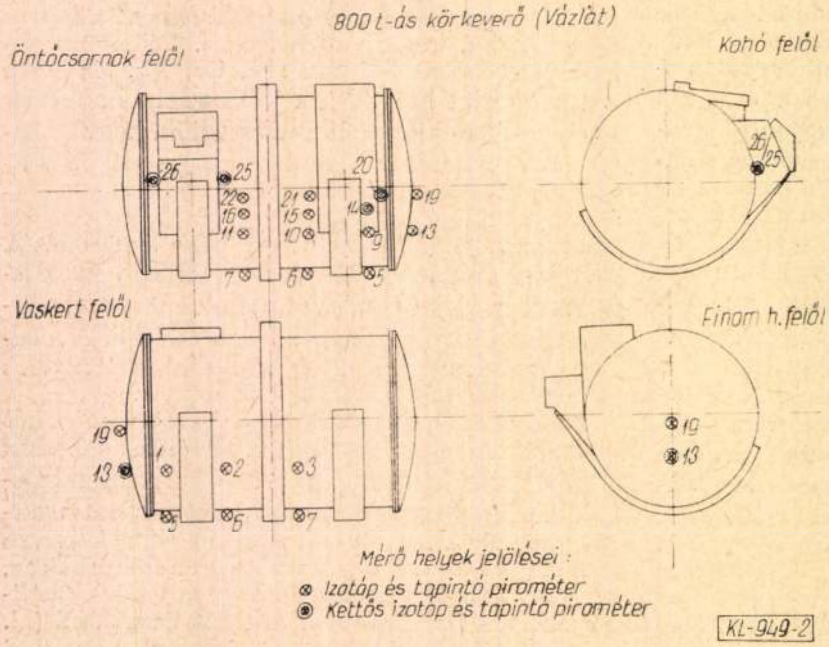


1. ábra. Kísérleti elrendezés a falon kívüli dózisteljesítmény meghatározására

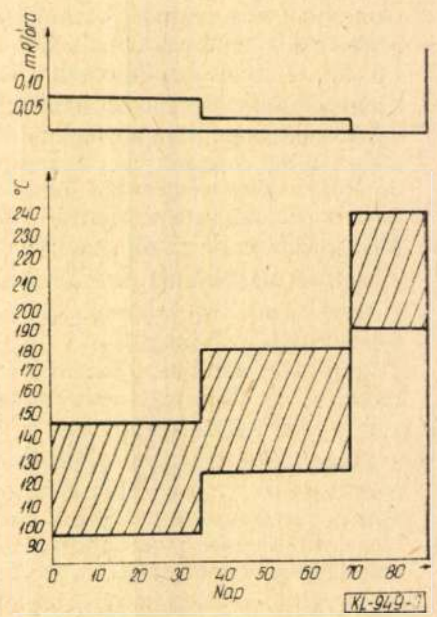
A sugárforrás befoglalása és beépítése

Az előzőekben vázoltak szerint a kb. 2 mC aktivitású, 5—6 mm hosszú, 0,7 mm átmérőjű drótokat, megfelelő méretű kvarc-csövekbe helyeztük. A csöveket leforrasztottuk s polietilén csővecskékbe dugtuk, hogy könnyebben kezelhetők és megfoghatók legyenek. Ólomtartóba szállítottuk őket az üzembe és egyenként vittük a munkahelyre az építkezés folyamán.

A beépítést a falazással egyidőben végeztük. A kijelölt helyre érve az éppen odakerülő tégla helyébe egy már előre kifúrt téglát helyeztünk. A lyuk mérete *20 mm × 8 mm* volt, tehát érdemben nem gyengítette a tégla szilárdságát. A kifúrt lyukba helyeztük a sugárforrást s rögtön másik téglával fedtük. A következő sor elkészítéséig ólomtégla, s fólia árnyékolással csökkentettük a dózisteljesítményt. A munkahelyen, a téglától számított 20—25 cm-nyire a dózis sohasem haladta meg a 0,2 mR/órát. Távolabb pedig a dózis természetesen még kisebb volt. A beépítést végzők végig jelen voltak az építkezés alatt s állandóan ellenőrizték az építkezés terében a dózisteljesítményt. A beépítést a *2. ábra* mutatja, megjelölve a külső falazaton, illetve a páncélon a mérés helyét. A kettős izotóp azt jelenti, hogy ezen a szinten kb. 210 mm-rel beljebb is volt elhelyezve egy sugárforrás.



2. ábra. A beépítés helyeit mutató vázlat



3. ábra. A 25. számú mérőhely adatai az első termelési szakaszban

1. táblázat

A termelési szakasz		A javítás	
sorszáma	időtartam nap	sorszáma	időtartam nap
1.	87	—	—
—	—	1.	16
2.	110	—	—
—	—	2.	19
3.	130	—	—
—	—	3.	18
4.	210	—	—
Összesen:	537	Összesen:	53

A mérés lebonyolítása és megfigyeléseink

A kemence páncélján festéssel megjelölt, számozott mérőhelyeken naponta ellenőriztük a dózisteljesítményt és tapintó prométerrel a hőmérsékletet. Az adatokat naplóztuk. Induláskor természetesen nem a modellel és számítással kapott dózisteljesítményeket kaptuk, mert a kemencefal és a páncél méretei nem mindenütt voltak azonosak. A kapott értékek azonban megközelítették őket; értékük *0,07—0,2 mR/óra* között volt.

Az ellenőrzési időszak a kemence teljes átépítéséig, — amikor a megmaradt sugárforrásokat kiépítettük —, 590 nap volt. Ezt az időszakot a közbülső javítások az *1. táblázat* szerinti szakaszokra bontották. Az 1. szakaszban a dózisteljesítmény csökkenése és a páncél hőmérsékletének növekedése csak a be- és a kiöntőcsatornánál levő mérőhelyeken következett be. A kiöntőcsatornánál található, 25. számú mérőhelyre vonatkozó adatokat a *3. ábrán* látható diagrammal szemléltetjük. Ebből megállapítható, hogy ott a fürdővel érintkező magnezit-koptatóbélés fele 35 nap alatt kopott le, a teljes tégla pedig 70 nap alatt semmisült meg. A kiöntőcsatorna javítását ekkor el kellett volna végezni, de a kemencét még 17 napig üzemeltették. Ez alatt a 17 nap alatt a páncélon mért hőmérséklet ugrásszerűen megnőtt. A fürdő felszínén úszó tégladarabokat lehetett látni, tehát biztosra vehető volt a koptató-bélésen kívül a magnezit tartós-bélés megbomlása is. Az ábrával kapcsolatban megjegyezzük, hogy a páncélon mért hőmérséklet a falvastagságon kívül függ a kemence töltési fokától, a külső hőmérséklettől és az időjárási viszonyoktól is. Így a napi mért kőmérsékletek helyett egy-egy szakaszra a mért minimális és maximális hőmérsékletet adtuk meg (sraffozott terület).

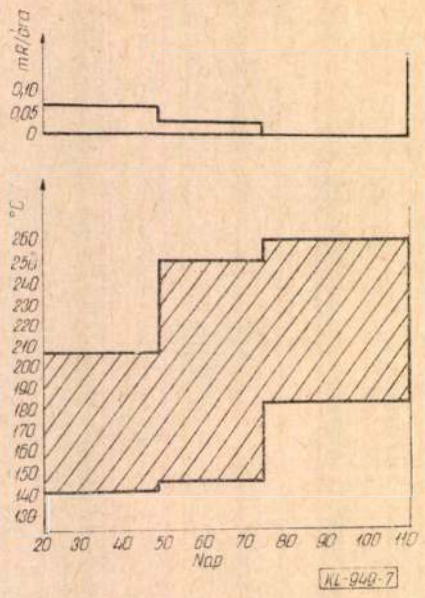
A leállás után megvizsgáltuk a kemence belsejét és megállapítottuk, hogy a kiöntőcsatornánál mind a koptató, mind a tartós bélés megbomlott *(4. és 5. ábra)*. A kiöntőcsatorna korai tönkremenetelét konstrukciós és kivitelezési hibák okozták. A sarkoknál a téglák nem voltak kötésben, amit átmenetileg a csatornafal vastagításával ellensúlyoztunk. A csatorna boltozata túl magasan volt, ennek módosítására azonban csak a teljes átépítéskor nyílt lehetőség.

A kemence oldalfalain sérülést nem tapasztaltunk. A salakszintnél lehetett látni a salak koptató hatásának eredményét, behatolását a fugákba.

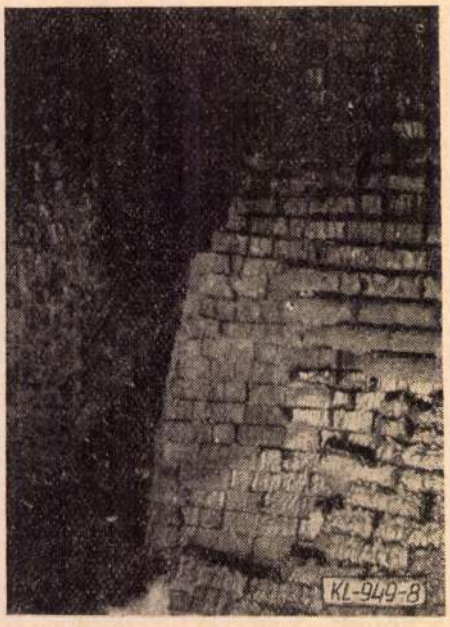
4. ábra. A kiöntő állapota az első termelési szakasz után

5. ábra. A kiöntő állapota az első termelési szakasz után

6. ábra. A keverő hengeres részén a falazat állapota az első termelési szakasz után



7. ábra. A 25. számú mérőhely adatai a második termelési szakaszban



8. ábra. A kiöntő sérülése a második termelési szakasz után

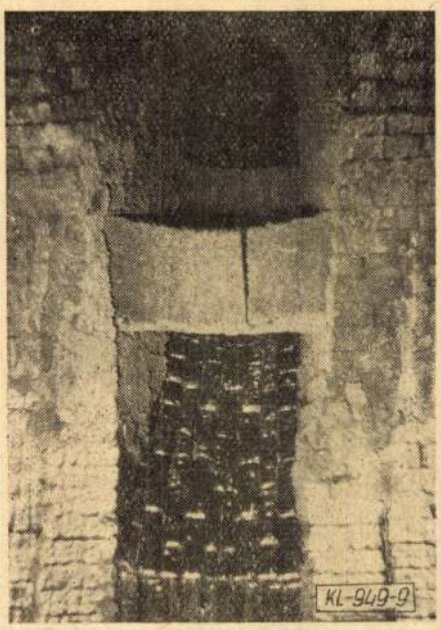
E fölött salak-felfröccsenést, alatta pedig a fugákba behatolt nyersvasat találtuk *(6. ábra)*.

A 2. termelési szakasz 110 napig tartott. Ebben a szakaszban is a ki- és a beöntő nyílás, valamint a csatorna bizonyult a kemence kényes részének. A már említett 25. számú mérőhely adatait a 2. termelési szakaszra vonatkozóan a *7. ábrán* mutatjuk be. Ezen látható, hogy a koptató-bélés feloldódása után nem bomlott meg a tartós-bélés (hiányzik a hőmérséklet ugrásszerű változása). A kemencét még idejében leállították javításra.

A *8. ábrán* látható, hogy a kiöntő csatornának körülbelül ugyanazon része sérült meg, mint az első termelési szakaszban. Ez minden valószínűség szerint a kiömlő nyersvas mozgásával, mechanikus hatásával van kapcsolatban. A szerzett tapasztalatok alapján ezt a részt egy ívvel megerősítették *(9. ábra)*.

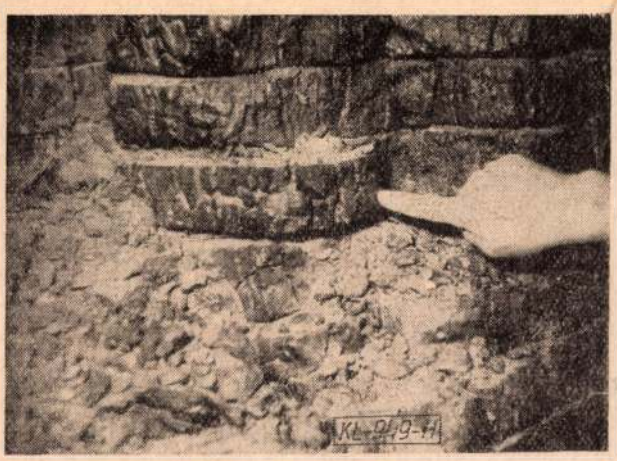
A kemence többi része is károsodott. A salakzónában a salak hatása, a nyersvasfürdő zónájában pedig a nyersvasnak a fugákba való hatolása tovább fokozódott.

A 3. termelési szakasz a másodikhoz hasonló volt és 130 napig tartott. Mivel a megerősítő ív miatt a kiöntő csatornában az áramlási viszonyok megváltoztak, a csatorna sérülése lejjebb következett be *(10. ábra)*. Az ábrán az is látszik, hogy az oldalfalon a fugák mentén nagyobbfokú salak, — ill. nyersvas — behatolások vannak. Ezért elhatároztuk, hogy egy hosszabb termelési szakasz után a kemencét átépítjük. A sorrendben 4. termelési szakasz 210 napig tartott. A kemence leállítása előtt a fürdőben már sok tégla úszott, ami bizonyította a tartóbélés megbomlását, tehát a kilyukadás veszélyét. Természetesen ebben a szakaszban a dózisteljesítmény és a külső hőmérséklet közti összefüggések a már közölt diagramokoz hasonlóak voltak, a hengeres falon levő mérőhelyeknél is. A fenéken elhelyezett sugárforrások épen maradtak.



9. ábra. A kiöntő megerősítése

10. ábra. A kiöntő sérülése a megerősítő ív alatt



11. ábra. Sugárzó anyaggal átitatott tégla a kiszereléskor

A kemence bontásakor megállapítottuk, hogy olyan téglák is maradtak a falazatban, amelyekben elhelyezett sugárzóig nem jutott még el a salak, vagy nyersvas, de a tégla által felvett és részben benne levő Fe-, Mn- és Si-oxidok hatására a kvarc cső, majd a Co ötvöződött; így olvadáspontja lecsökkent. A sugárzó anyag „felszívódott" a téglába *(11. ábra)*. Az ilyen téglákat porálarccal, fokozott óvatossággal szereltük ki, mert a bontásnál keletkező, sugárzó por inkorpuszkuláris fertőzésre ad lehetőséget.

A vizsgálat eredményei, következtetések

1. A leírt vizsgálati módszer alkalmas a falazat kopásának üzemelés közbeni ellenőrzésére.
2. A dózisteljesítmény és a páncélon végzett külső hőmérséklet párhuzamos mérésével összefüggést lehet találni a falazatkopás és a külső páncél hőmérséklete között. Ennek alapján a második kampánytól a falkopás ellenőrizhető radioaktív izotópok nélkül is.
3. Az üzem közbeni falkopás ellenőrzése és az ezzel szerzett tapasztalatok lehetőséget nyújtanak a konstrukciós hibák feltárására, így segítséget nyújtanak a kemencetervezéshez és a helyes technológia kialakításához.
4. Megállapítható, kogy legerősebben a henger alakú rész és a kiöntő átmenete van igénybevéve. Itt nagyméretű saroktéglákat kell használni, hogy kevesebb legyen a mechanikai és vegyi támadást előmozdító fugák száma. A fugák mérete a lehető legkisebb legyen. A nagy hőmérsékletváltozásnak kitett helyeket, mint amilyen a beés kiöntő, ajánlatos speciális magnezit-téglából készíteni.
5. A hengeres részben, a salakzónában kopnak leginkább a téglák. A téglák elsalakulását a salakban levő oxidok (SiO_2, Fe_2O_3, MnO) okozzák. Ezek hatása, behatolása a téglába körülbelül 40 mm-ig tapasztalható. A vas- és mangánoxid felvétele magnezioferrit ($MgO \cdot Fe_2O_3$) és periklászszal (MgO) való szilárd oldatok képzéséhez vezet. A kovasav a periklásszal forszteritet ($2MgO \cdot SiO$), majd vasoxidtartalmú magnézium-metaszilikátokat képez. A magnezit-téglák vegyi oldódása a forszteritből metaszilikáttá való átmenetnél következik be [9]. A salakhatás csökkentése érdekében gondoskodni kell a beöntéskor a salak visszatartásáról. A keverő salakjához meszet kell adagolni, ami merevvé teszi a salakot. Akkor nehezebben hatol be a bélés-téglákba, viszont nehezebben távolítható el. A viszkozitást tehát figyelni kell.
6. A keverő áteresztő teljesítménye, többéves tapasztalat alapján, több mint 1 millió tonna nyersvas, két közbenső javítással 1,2—1,3 évenként kell a keverőt átépíteni.

Befejezésül megemlítjük, hogy jelenleg kísérlet folyik a vizsgálatunk tárgyát képező körkeverő kemence falazatának jobb minőségű magnezit-téglából való készítésével a kampány meghosszabbítására. A kísérlet eredményesnek igérkezik.

IRODALOM

[1] *Voice W.:* JISI. 167 (1951) 157—161.
[2] *Holzhey J.:* Neue Hütte **2** (1957) 665—670.
[3] *Roemer E.:* Techn. Mitt. Rheinhausen (1955) 218—224.
[4] *Schepers A.:—Licht F. R.:* Stahl u. Eisen **79** (1959) 669—674.
[5] *Grusin P. L.—Semski S. W.:* Zavodszkaja Laboratorija **22** (1956) 169—178.
[6] *Flossmann R.—Geider R.:* Stahl u. Eisen **80** (1960) 1753—1759.
[7] *Holzhey J.—Wagner F. W.: H. Mühlbach:* Neue Hütte **6** (1961) 212—224.
[8] *Holzhey L.:* Isotopentechnik **2** (1962) 165—173.
[9] *Harders F.—Kienow S.:* Tűzállóanyagismeret V. fejezet. Springer-Verlag Berlin, 1960.

Értesítés külföldi konferenciáról

Kerekasztal konferencia a drótkötelek tartósságának kérdéseiről Milánóban

A Drótkötelek Tartósságával Foglalkozó Nemzetközi Szervezet (OIPEEC) a milanoi Műszaki Egyetem Gépszerkezeti Tanszékén kerekasztal konferenciát rendez a drótkötelek tartóssági vizsgálatainak jelelegi helyzetéről.

A megvitatásra kerülő kérdések a következők:

A. Merevség és alakváltozás. — A feszültségek elemzése.
B. Az elemi szálak statikus és fárasztó vizsgálata. A kísérleti módszerek fejlődésének lehetőségei.
C. Drótkötelek tartóssági vizsgálatainak jelenlegi helyzete.

Előzetes program:

1973. szept. 27.	9—12-ig	A témakör
	15—18-ig	B témakör
szept. 28.	9—15-ig	C témakör
	15—18-ig	Értékelés. Szakmai bemutató.

Előadások benyújtása

Az előadásokat a szervezet titkárságához 1973. április 30-ig az alábbi címre kell beküldeni:

Prof. U. Rosetti- Politecnico- Corso Duca Abruzzi, 24 TORINO

Az angol vagy francia nyelvű szöveg terjedelme legfeljebb 10 oldal lehet. A titkárság az előadások szövegét 1973. július hó folyamán elküldi a kerekasztal konferencia résztvevőinek. A vitához francia—angol nyelvű szinkron tolmácsot biztosítanak.

Felvilágosítás

Minden egyéb kérdésben a szervezet tikárságához: Secrétariat de e OIPEEC — Politecnico Corso Duca Abruzzi, 24 — I-10100 — Torino — lehet fordulni.

A végleges programot és a jelentkezési lapokat 1972. dec. hóig elküldik mindazoknak, akik részvételi szándékukat a szervezet titkárságán előzőleg bejelentik. *(Dr. Sz. Á.)*

Beszámoló külföldi konferenciáról

„Bányászati és Kohászati Napok 1972" Freibergben

A hagyományos „Berg- und Hüttenmännischer Tag"-ot, a *Bányászati és Kohászati Napokat* a Freibergi Bányászati Akadémia 1972. május 18—20. között, a Freibergi Főiskolai Napok keretében rendezte meg, számos külföldi előadóval és résztvevővel. A tudományos program középpontjában ezúttal az ásványi anyagok felkutatásának, bányászatának és feldolgozásának, valamint a mettallurgiának racionalizálási problémái álltak.

A konferenciát ünnepélyes külsőségek között az Akadémia rektora, *Prof. Dr. sc. techn. D. Rotter* nyitotta meg. Az első, plenáris előadásokat *K. Siebold* szén- és energiaügyi miniszter, és *Dr.-Ing. K. Singhuber* ércbányászati, metallurgiai és káliügyi miniszter tartotta. Előadásaikban a vezetésük alatt álló iparágak NDK-beli, távlati fejlesztési terveivel foglalkoztak.

A kohászati vonatkozású előadásokat az Akadémia *Metallurgiai és Anyagtechnológiai Szekciója*, *Prof. Dr.-Ing. habil. H.—J. Eckstein* irányításával bonyolította le; ezeknek az előadásoknak a mottója az „Új technológiák az anyagok gyártásában feldolgozásában" volt. A plenáris, áttekintő előadásokat *Dr.-Ing. K. Oppermann* államtitkár, *Prof. D. paed. habil. D. Hering* (Drezdai Műszaki Főiskola), valamint *Prof. Dr.-Ing. M. Balarin* és munkatársai (Szilárdtestfizikai és Anyagkutató Központi Kutató Intézet, Drezda) vállalták.

A kohászati vonatkozású, részletes előadásokra lényegében a következő négy témakör keretében került sor:

a) *Vasötvözetek metallurgiája.* Magyar előadók: *Prof. Dr. Simon S.*, Miskolc, *Dr. Fürjes E.*, Ózd; *Dr. Fuchs E.*, Budapest, *Roósz A.*, Miskolc.

b) *Nemvasfémek metallurgiája.* Magyar előadók voltak itt: *Farkas F.*, *Dr. Klug O.*: *Kovács F.*, *Gombos M.*, Budapest, és *Németh B.* Almásfüzitő.

c) *Öntészet.* Magyar előadók: *Prof. Dr. Nándori Gy.*, *Bakó K.*, Miskolc.

d) *Meleg- és hideg alakítás.* Magyar előadó volt *Prof. Dr. Schummel R.*, Dunaújváros.

A nagyszámú szakmai előadást társadalmi rendezvények, fogadások, hangverseny; jól sikerült hölgyprogramok tették teljessé. A gördülékenyen, jól szervezett alkalom világosan érzékeltette az NDK és a többi szocialista ország közötti szoros kapcsolatokat, s nem utolsó sorban a német felsőoktatás és az ipar sokrétű együttműködését.

A *fényképek* az 1972. évi Bányászati és Kohászat, Napok alkalmából, vöröses Böttger-porcelánból készült emlékplakett két oldalát mutatják. *(F. E.)*

Beszámolók konferenciákról

Ónozott lemez szimpózium

Egyesületünk, az Élelmezésipari Tudományos Egyesület, a Magyar Konzervipari Tröszt, az International Tin Research Council és a ZINN Informationsbüró közreműködésével *április 19 és 20-án* Budapesten az OMBKE helyiségében, a Technika Házában ónozott lemez szimpóziomot rendezett. A rendezvényen 80 az ónozott lemezt gyártó, ill. a felhasználó iparágakban dolgozó szakember vett részt, köztük 30 külföldi Angliából, NSZK-ból, Jugoszláviából, Csehszlovákiából és Lengyelországból.

Az ónozott lemezek gyártásának világszintjében az utóbbi évek rohamos technikai fejlődésése révén jelentős előrehaladás mutatkozott, a felhasználási terület nagyon kiszélesedett, felhasználás lehetősége bővült a lemezvastagság csökkenése, és a differenciáltan ónozott lemezgyártás bevezetése óta. Nemzetközi síkon napirendre került az ónozott lemezek, dobozok, edények szabványosítása, a minőségi követelmények, a választék kidolgozása. Mindez kívánatossá tette a gyártással és felhasználással kapcsolatban egymással kölcsönhatásban levő műszaki ismeretek szimpózium keretében történő megvitatását és az egymástól elszigetelten összegyűlt ismeretanyag hasznosítását, abból a célból, hogy a reális lehetőségek ismerete műszaki előrehaladásunkra ösztönzően hasson. A rendezőség arra törekedett, hogy a legközvetlenebbül érdekelt iparágakon kívül mindazoknak is módjuk legyen ismeretanyaguk gyarapítására, akiknek szerepe van a felhasználásban, illetve érdekeltek a kapcsolódó témakörökben (pl. korrózió lakkgyártás, ónozás, forrasztás stb.).

Az előadások témái az alábbiak voltak:

Dr. B. T. K. Barry (Tin Research Institut London): Korszerű ónozott lemezek tulajdonságai és előállítása,

W. G. Kölbach (Informationszentrum Weissblech. Düsseldorf): Ónozott lemezek fejlesztése a Német Szövetségi Köztársaságban,

Dr. H. Kettler (Hoesch Siegerlandwerke Wissen): Elektrolitikus bevonatú ónozott lemez előállítása,

Vlach, Mazanec, Tuma (Kovofinis Prága): Elektrolitikus szalagónozósor tervezése és kivitelezése a csehszlovák Köztársaságban,

Dr. A. Hrabákova (Oralovy Ustav Prága): Elektrolitikus ónozású lemez minőségének szabályozása a keletszlovákiai VSz. Kohászati üzemben,

S. C. Britton (Tin Research Institute London): Dobozgyártásra, csomagolásra felhasználandó ónozott lemezek minőségi követelményei,

D. P. Nehring (Braunschweig): Doboz, töltet dobozkorrózió kölcsönhatása az ónozott lemezre,

Koncz Imre (Konzervipari Kutató Intézet. Budapest): Ónozott lemez korróziós problémái a magyar konzervíparban,

Dr. K. Klocke (Herbol Werke, Herbig-Haarhaus, Köln): Ónozott lemez lakkozásának általános követelményei,

T. Polaczek. B. Ochal, T. Misliwiec (Nova-Huta Krakkó): Oxidfilmek ónozott lemezek felületén, ame-

lyeknek elektrokémiai kikészítésnél, üzemi követelmények között az optimális minőségre befolyása van,

L. Vercko (Saturnus Ljubjana): Konzervdoboz gyártási problémák Jugoszláviában,

Mohos Zoltán (Mátravidéki Fémművek, Sirok): Ónozott lemezek alkalmazása fémcsomagolóeszközök gyártására és ezzel kapcsolatos minőségi kérdések,

B. F. Müller (Zinn Informationsbüro, Düsseldorf): Ónozott lemez széleskörű felhasználásának lehetőségei, (Színes diákkal és munkadarabok bemutatásával kísért előadás).

A neves angol, csehszlovák, jugoszláv, lengyel, német és magyar szakértők által előadottakat igen élénk érdeklődés kísérte, amely a nagyszámú hozzászólásban is mutatkozott az előadásokhoz fűződő disskurzió folyamán. A tartalmilag átfogóan — kölcsönhatásaiban tárgyalt kohászati — gépipari feldolgozási — vegyipari hatású feldolgozási, — élelmiszerkémiai hatású felhasználási, lakkipari, korróziós kérdéseket átfedő témaösszeállítás igen szerencsésnek bizonyult és példamutató volt arra, hogy elkülönítetten, szűk iparági látókörben eredményes előrehaladás ma már többnyire eredménytelen, valódi, eredményes fejlődés csak a gyártásban és felhasználásban érdekeltek együttes munkálataival, közös kutatási témák kidolgozásával érhető el. Az előadások folyamán szóbakerült az ónozott lemez dobozok, edények nemzetközi- ISI-síkú egységesítésének fontossága, a minőségi követelmények és a vizsgálati módszerek egységesítése, a doboznagyságok szabványosítása, miután az élelmiszeripari konzervek nemzetközi forgalmában mindezek hiánya gátolja a termékek export—importját. Az ISO —, már megindította a munkálatokat, az ipari érdekek, az értékesítés gyorsított előrehaladást kívánnak. Mindezek szorosan összefüggnek az egész ónozott lemez gyártás-felhasználás témakörével, lemezimport jelentőségével egyaránt. Kohászati vonatkozásban az egyenletes acélminőség, lemezvastagság, ónozás egyenletessége, és az elektrolitikus ónozás fejlesztése a legfontosabb célkitűzések.

A szimpózium résztvevőinek módjuk volt arra is, hogy áttekintést kapjanak sokrétű új felhasználási lehetőségről, amit jelenlegi klasszikus értelmezésű gyártási folyamatból kikerült ónozott lemezzel nem lehet megoldani és ahol ehelyett alumínium lemezek kipróbálásval is kísérleteztek. Kitűnt, hogy a differenciált ónbevonatú, folytatólagos soron gyártott lemezek, szalagok, ónozott fóliák nemcsak műszaki lehetőségek kiszélesedését, hanem minőségi termékek gazdaságosságát is hivatottak szolgálni.

Nagyenyedi József

Szabványosítási tanácskozás

A GTE, valamint Egyesületünk diósgyőri csoportjainak szervezésében jún. 16-án került megrendezésre Diósgyőrben az LKM Vendégházában a *II. kohászati-gépészeti szabványosítási tanácskozás.*

A tanácskozásra borsodi, valamint az ország különböző városaiban működő üzemekből, valamint a budapesti intézményekből, főleg a tervező irodákat képviselő több mint 80 szakember gyűlt össze. Az értekezleten *dr. Énekes Sándor*, az LKM vezérigazgatója is részt vett. A megnyítót *dr. Olajos József*, az MSZH elnöke tartotta. Ezt követően került sor az előre megküldött előadások anyagainak kiegészítésére. Ezeket az előadásokat *dr. Sziklavári János* főmetallurgus (LKM): Korszerű szerkezeti és szerszámacélok az LKM programjában, *Vándor Tibor* igazgató (Ferroglobus): Kohászati termékek készletregyártása és választék problémái, *Kondoray Egon* oszt. vez. (MSZH): Az acélszabványok fejlődésének várható irányai, *Mokri Pál* főtechnológus (OKÜ): Jól forgácsolható acélok használatának eredményei és *Kádas István* főtechnológus (DIGÉP): Szerszámacélok, öntvények és a kovácsolási alapanyagok szabványosításával kapcsolatos észrevételek címmel állították össze.

A kiegészítésekhez 15 résztvevő szól hozzá. A hozzászólók szinte az összes kohászati gyártmányokat felhasználó gépipari ágazatokat képviselték és elmondták gyakorlati észrevételeiket a közelmúltban megjelent kohászati szabványokról. Számos javaslat is elhangzott a legközelebbi feladatokra vonatkozóan.

A tanácskozás végén előadók válaszoltak a témájukkal kapcsolatban felmerült kérdésekre, ill. észrevételekre, *dr. Olajos József* pedig zárszavában értékelte a tanácskozást és köszönetet mondott az igen élénk vitáért, amely az MSZH további munkájához sok értékes javaslatot kapott. Utal arra, hogy a jövőben gyakrabban alkalmazza az MSZH az ún. rövidített eljárást, annak érdekében, hogy a legszükségesebb új szabványok mielőbb alkalmazásra kerüljenek.

A tanácskozás résztvevői a Hámor étteremben közös ebéden vettek részt, majd délután megtekintették Hámorban a Kohászati Múzeumot. (OA).

Korszerű külföldi üzemek ismertetése

Indul a világ legnagyobb ferroszilícium-kohója

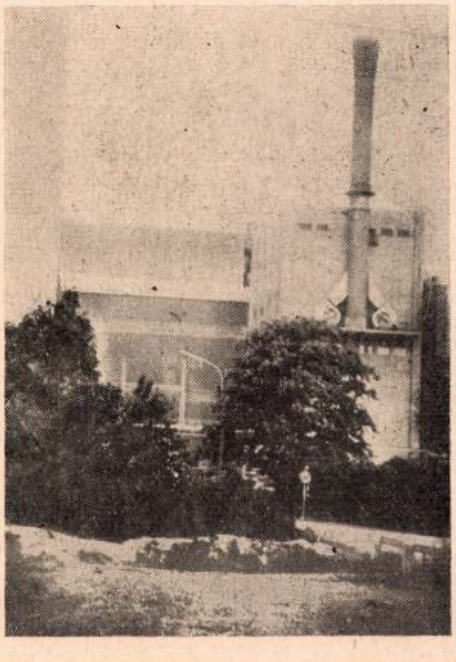
Az Airco Alloys június hó 6-án avatta a főleg mangán- és szilíciumtartalmú ferroötvözeteket gyártó vargömi (Svédország) üzemében a világ legnagyobb ferroszilícium-előállító kemencéjét.

A 11,8 m belső átmérőjű kemence három, 1800 mm átmérőjű Söderberg elektródával és három, egyenként 25 MVA-es transzformátorral dolgozik.

A kvarc, koksz és a vasforgács a betonalapú tároló területről fútószalagon jut a 44 m magas üzemépület felső részén levő bunkerekbe. Innen automatikus adagolásukat a kemencében levő anyagoszlop magasságának neutronsugaras ellenőrzése vezérli.

A kemence füstgázait a szigorú svéd környezetvédelmi szabályok 1974. augusztus elsején életbelépő előírásainak szem előtt tartásával kezelik. A füstgázok először egy gőzfejlesztő kazánban jutnak. Itt a jó hőátadás biztosítására a csövek felületét állandóan acélsöréttel tisztítják.

A lehűlt füstgázok a sebességváltozáson alapuló porleválasztó rendszeren, majd a vargöni gyár új eljárása szerint kialakított homokréteges szűrőn haladnak át. A 2—3 mm átmérőjű szemcsékből álló szűrőréteg karbantartást szinte nem igényel. Mivel a porleválasztó eljárás új, a svéd állam 25%-os hozzájárulással támogatta felállítását.



A tisztított füstgázokat 66 m magas kéménybe nyomják, majd a kéményben 2 nagykapacitású ventillátorral szívják. A kéményt elhagyó füstgázok az előírt max. 15 kg/1 t FeSi értéknél kevesebb szilárd anyagot juttatnak a levegőbe.

A felfogott por 0,3 mikronos, 92—93% amorf SiO_2-ből áll, míg emellett CaO, FeO, Al_2O_3, C és alkáliák találhatók benne. Felhasználására most dolgoznak ki megfelelő eljárást.

Az új óriáskemence napi 120 t 75%-os ferroszilíciumot termel 40 MW teljesítmény felvétellel és 9000 kWh/t fajlagos áramfelhasználással. Összgazdaságosságát természetesen nagyban javítja a kazánban termelt 42 at-s, 420 °C hőmérsékletű gőz, melyet a helyi papírgyárnak adnak el. Egyébként a kemence belső falát képező tűzállóacél-csőrendszerben is 40 at-s gőzvíz keverék áramlik, amit a leghatékonyabb hűtési módnak tartanak.

Az új üzem levegője meglepően tiszta. Ezt az épület megfelelő kiképzése és az a tény is biztosítja, hogy a kemence feletti tér zárt és + 5 mm Hgo nyomás alatt van.

A vargöni ferroötvözetgyár egyébként összesen 10 kemencével jár jelenleg. 125 MW felvételére van szerződése az erőművel. Ezt a szintet órás átlagban kell tartania az üzemnek ahhoz, hogy a következő teljes hónapra büntető tarifa fizetésére ne kötelezzék. Ezt a feladatot komputerrel oldják meg.

A mű ez évben 22 millió Skr-t áldozott a füstszűrésre, víztisztításra, illetve következményeinek kiegyensúlyozására.

A tisztítási költségek 1000 Skr/t eladási átlagárat figyelembe véve kb. 100 Skr/t-t tesznek ki. Ebben az értékben a berendezések amortizációja, karbantartási költségei és a termékek előállítási többlet költsége is szerepel.

Szó—L.

*

Óriáskohó

A világ legnagyobb kohója épül az ukrajnai Krivoj-Rog városában. Hasznos befogadóképessége 5000 köbméter, évi teljesítménye a tervek szerint ötmillió tonna öntöttvas. Ez csaknem kétszerese annak a mennyiségnek, melyet Svédországban állítanak elő évente. Az ötletes műszaki megoldások, elektronikus számítógépek, automaták, távirányítású berendezések széleskörű alkalmazása lehetővé teszi, a munkatermelékenység jelentős növekedését és a kohászok munkájának megkönnyítését. Így például gyűrűs elrendezésű öntödét terveznek, melyben minden nehéz fizikai munkát gépesítenek. Nem kell majd számlálni az öntéseket, a kemence folyamatos termelésű lesz. A nyersanyagot a hagyományos csillék helyett futószalag fogja adagolni. (APN)

Egyesületi hírek

A hengerész szakcsoport megalakulása és első ülései

Ismeretes, hogy a szakosztályi munka hatékonyságának növelésére szakcsoportok szervezését határozta el a Szakosztályunk vezetősége. Ezek közül elsőnek március folyamán a hengerész szakcsoport kezdte meg munkáját. A Diósgyőrben tartott alakuló ülésen *Nagy Zoltán* elnökhelyettes hangsúlyozta, hogy a szakosztály jelentős eredményeket vár az új szakcsoportoktól, így mód nyílik a jövőben szűkebb szakmák szerint tagozódva a legaktuálisabb problémák megbeszélésére és a széleskörű tapasztalatcserére. *Dévényi György*, a MVAE műszaki igazgatója utalt arra, hogy a hengerész szakbizottság alkalmas fórum lesz a hengerléssel kapcsolatos műszaki fejlesztési és technológiai feladatok megvitatására.

Az alakuló ülésen szakcsoport elnöknek *Dévényi Györgyöt*, titkárnak *dr. Remport Zoltánt* választotta. A nagyüzemeket, intézményeket 1—1 állandó tag fogja képviselni.

Diósgyőrben tartott első ülésen *Marosvári László* ismertette az LKM blokksorának új üregezését, valamint a gerendasori üregezés -fejlesztő munkát. *Vértessy Tibor* a hengerművek részére beszerzett új gépekről, *Herendi Rezső* pedig az erősen ötvözött acélok hengerlésének új technológiájáról adott tájékoztatást.

A durvahengerműben végzett kapacitásnövelő intézkedésekről *Hegedüs Lóránd*, az ötvözött acélok visszahűtéséről *Dobó István*, a hengerelt gyártmányok felületvédelméről pedig *Czirikusz József* tartott rövid ismertetést.

Széleskörű vita követte az LKM új finom- és középsori beruházásainak szakszerű ismertetését, amelyet szintén *Hegedüs Lóránd* tartott. A résztvevők a helyszínen is megtekintették a munkálatok állását.

Befejezésül a szakbizottság működési elveit vitatták meg. Eszerint összejövetelt negyedévenként tartanak, minden alkalommal más nagyvállalat rendezésében. A célkitűzések közé tartozik elsősorban a széleskörű információcsere, a hengerművekben folyó fejlesztési munkák megvitatása, a helyes kezdeményezések elterjesztése és a hengerlés színvonalának emelése céljából javaslatok kidolgozása.

A hengerész szakbizottság *második ülését* jún. 8—9-én Ózdon tartotta. Ezen *dr. Szeghegyi Árpád* (Vaskút) beszámolt az üregezés korszerűsítési tervekről, majd az OKÜ durvahengerművének problémái kerültek ismertetésre.

Pohánka Elemér a blokksori, *Lehoczky József* a bugasori új üregezésről, majd *Méhész Dezső* a blokksori darabolóberendezések átrendezéséről, *Kakas János* pedig a mélykemencék új javítási módszeréről tarottak rövid szakszerű tájékoztatásokat.

A beszámolókat részletes szakmai vita követte.

A második nap első nagy érdeklődéssel várt ismertető előadását *dr. Benyo Tibor* és *Farkas László* tartották az OKÜ új drótsoráról, majd pedig *Deák Pál* az ózdi bugacsiszolásról, *Mokri Pál* az OKÜ korrózióálló acéljairól, végül *Marczis Gáborné* a lefolytatott betonacél kísérletekről számoltak be.

A hozzászólásokat és az élénk szakmai vitát *dr. Remport Zoltán* értékelte és azzal zárta le, hogy a felvetett témák megérdemlik, hogy akár pályázat, akár szakcikk formájában beküldjék ezeket.

Végül az érintett témákhoz kapcsolódó határozatokat hozott a szakbizottság, amelyek főleg a következő ülések témáira vonatkoznak, ill. tapasztalatcsere látogatásokat fognak eredményezni. (OA).

*

Szakosztályvezetői ülés

Az új ciklus első szakosztályvezetőségi ülésén, amelyen az új vezetőség szinte teljes számban megjelent, máj. 16-án *dr. Horváth János* a szakosztály újból megválasztott elnöke üdvözölte az új vezetőséget, majd rövid megnyitóbeszéde keretében vázolta a szakosztály legfontosabb célkitűzéseit. Ezután felkérte *dr. Tardy Pál* szakosztályi titkárt a napirend első pontjaként, részletesebben fejtse ki a küldött közgyűlésen és a vezetőségválasztó szakosztályi ülésen elhangzott javaslatok és határozatok alapján a szakosztály hároméves programját.

Dr. Tardy Pál először felolvasta a közgyűlési és a szakosztályülési határozatokat, majd a legfontosabb feladatokat sorolta fel: fokozottan figyelembe kell venni a Párt és a Kormány gazdaság- és tudománypolitikai irányelveit, fokozni kell az együttműködést a nagyüzemek vezetőségével, fokozottan be kell vonni az egyesületi életbe a fiatalokat és az egyetemi hallgatókat, a külföldi kapcsolatokat hatékonyabbá kell tenni. Ezenfelül szakosztályunk további szakcsoportok alakítását, a helyi csoportok és szakcsoportok rendszeres beszámoltatását, a külföldi szakmai előadások és -kiküldetések

színvonalának emelését és szaklapunk támogatását tekinti főfeladatának.

Az első napirendi pontot élénk vita követte, amelyben *dr. Varga Ferenc* főtitkárhelyettes, *Éles László, dr. Tóth János, Nagy Zoltán, Temesi Sándor, dr. Remport Zoltán, Stehlik László* és *Óvári Antal* szólalt fel. Felszólalók megállapították, hogy a vázolt feladatok teljesítése nagy munkát igényel és ezt csak előrelátó szervezéssel, ütemterv kidolgozásával, a szakosztályi tagok részére feladatkörök kijelölésével lehet jól elvégezni.

A vitát követően a szakosztály elnöke egy szűkebb bizottságot jelölt ki *(dr. Tardy Pál, Éles László, Gruber Imre, Óvári Antal, Schmidt György)*, az 1972 évi munkaterv felülvizsgálatára és véglegesítésére.

Az előzőekhez csatlakozva, második napirendi pontként *Nagy Zoltán* elnökhelyettes javaslatot terjesztett elő az eddigi szakosztályvezetőségi megbízatások újbóli rendezésére. Eszerint az állandó bizottságok az alábbi területeket fognák át:

1. alapszabály, szervezeti felépítés
2. oktatás, pályadíjak
3. rendezvények, szakosztályközi kapcsolatok, belés külföldi előadások
4. nemzetközi kapcsolatok
5. tagnyilvántartás, anyagi helyzet
6. ifjúság aktivizálása.

Az állandó bizottságok személyi összetételére egy szűkebb bizottság a következő vezetőségi ülésen tesz javaslatot.

Ezt követően az elnök átadta a kohászat kiváló dolgozója kitüntetést *ár. Kismarthy Lórándnak*, miután a vezetőségválasztó ülésén nem tudott megjelenni.

Nagy Zoltán elnökhelyettes beszámolt a sikerrel zárult Ónozott lemez szimpóziumról, valamint az Aggteleken tervezett Hengerész konferencia előkészületeiről. Az elnök felhívta az érdeklődők figyelmét az önálló kohászati oktatás megkezdésének 100 éves jubileuma kapcsán a NME-en tervezett ünnepségre, *Répás Pál* az 1973-ra tervezett Anyagvizsgáló napok előkészületeiről adott tájékoztatást, *dr. Tardy Pál* titkár pedig a vezetőségi tagok figyelmébe ajánlotta 4 külföldi cég által rendezett rövidesen sorra kerülő előadásokat. (OA)

*

Elnökségi ülés

A tisztújító közgyűlés utáni első elnökségi ülést, amelyen az új elnökség tagjai, valamint a tiszteleti tagok is szinte teljes számban megjelentek, máj. 26-án *dr. Dobos György* elnök, később pedig *dr. Ember Kálmán* tiszteleti tag vezette.

Dr. Dobos György az elnökség megalakulásakor utalt arra, hogy nézete szerint az egyesületi életben alapvető változtatásokra nincs szükség és közös munkával sikerülni fog további szép sikereket elérni. Feltétlenül szükségesnek látja az új tagok érdeklődésének felkeltését. Az elnökség, munkamódszereként ajánlja, hogy az ülések anyaga előzetesen szétküldésre kerüljön. Keresni kell a szakosztályokat közösen érdeklő témákat. Fel kell dolgozni a MTESZ közgyűlés, valamint a 62. küldött közgyűlésünk határozatait és meg kell alakítani az elnökségi bizottságokat.

Ezt követően *Moharos Jenő* főtitkár utalva a már előzetesen szétküldött írásbeli anyagokra, a II. félévi egyesületi munkaterv legfontosabb pontjait ismertette. Külön kiemelte az Egyesület anyagi helyzetének megszilárdítását, valamint a könyvtár sorsának mielőbbi rendezését.

A munkatervről kialakult vitában *dr. Gagyi-Pálffy András, Podányi Tibor, dr. Vörös Árpád, Boday Gábor* és *Óvári Antal* szólaltak fel helyeselve, hogy az elnökség meghatározott terv szerint fogja jövőben végezni munkáját, hogy a megtárgyalásra kerülő jelentősebb elvi kérdésekre vonatkozó anyagokat a jövőben előre szétküldjék tanulmányozás céljából. A hozzászólók felvetettek néhány kérdést is, amelyekre vonatkozóan *Moharos* főtitkár közölte, hogy a Technika Háza a Parlament előtti téren épülő Kereskedelmi Kamara épületében kap végleges elhelyezést. Mivel itt korlátozott számú helyiség áll csak rendelkezésre, a MTESZ tagegyesületeinek egy része az Anker közi épületbe költözik. A könyvtár elhelyezésére még nem alakult ki végleges megoldás. Miután *Molnár László* lemondott, az egyesület új titkára június elején veszi át munkakörét.

Dr. Ember Kálmán helyeselte azt a tervet, hogy a jövőben az alelnököket konkrét feladatkörökkel az aktív vezetésbe bevonják.

Ezután *Heinrich József, Óvári Antal* és *Binder Béla* az alapszabályok előírásainak eleget téve név szerinti felsorolással ismertették az újjáalakított szerkesztő bizottságokat. Néhány helyet még fenntartottak később bevonandó tagok részére.

Az elnökség az előterjesztett javaslatokat elfogadta.

Az ülés végén *dr. Tárczy-Hornoch Antal* és *dr. Becker Ervin*, akik a tisztújító közgyűlésen nem tudtak megjelenni, köszönetet mondtak tiszteleti taggá választásukért. (OA)

Könyvismertetés

Qualitäts- und Edelstähle der Deutschen Demokratischen Republik (Az NDK minőségi és nemesacéljai). II. kötet: Tulajdonságok. Feldolgozás. Alkalmazás. 3. javított kiadás, Freiberg, 1971 őszén. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Lipcse, 1972. 296 oldal, ára kötve: 26,—M.

A harmadik kiadás ugyanolyan csoportosításban tárgyalja az NDK minőségi és nemesacéljait, mint az I. kötet, tehát az acélok nem egyenként, hanem csoportokba összevonva jelennek meg a kötetben. Az 1966-os kiadás tartalma kiegészült a *növelt szilárdságú szerkezeti acélok* és a *légköri korrózióálló acélok* csoportjával, egyébként szabvány vonatkozású módosításokat, műszaki újításokat és kutatási eredményeket vettek fel az új kiadásba.

A fejezetek címei:
Rozsda- és saválló acélok
Hidegen szívós acélok
Nem mágnesezhető acélok
Melegszilárd acélok
Turbinalapát acélok
Ötvözetlen szerszámacélok
Ötvözött hideg szerszámacélok
Melegszerszámacélok
Gyorsacélok
Kopásálló acélok
Növelt szilárdságú szerkezet acélok
Légköri korrózióálló acélok
Melegen hengerelt dinamó- és transzformátoracélok.

Egy-egy fejezeten belül a szerkezeti felépítés következő:
Általános összefoglalás
Gyártási mód
Vegyi összetétel
Szilárdsági tulajdonságok
Fizikai tulajdonságok
Megmunkálási és felhasználhatósági tulajdonságok
Képlékeny alakítás és hőkezelés
Példák a felhasználásra
Acélminőségek összehasonlítása

Ez utóbbi fejezet a DIN, cseh, lengyel és szovjet azonosítható, szabványos acélminőségeit sorolja fel.

A könyv függeléke számrendi és betűrendi sorrendben megadja a tárgyalt acélminőségek jelét és a könyv szerinti csoportszámát, továbbá betűrendben felsorolja a könyvben alkalmazott szakkifejezéseket és ezek alkalmazási helyét.

A könyv táblázatai világos szerkesztésűek, diagramjai hasznosan szemléltető módon egészítik ki a szöveges közléseket.

Több nagy beruházásunkban vállaltak tevékeny részt az NDK kivitelező vállalatai, s kereskedelmi kapcsolataink bővülésén keresztül is egyre több NDK acélminőség jelenik meg hazánkban. A könyv hasznos kézikönyvévé válhat mindazoknak, akik NDK acélminőségekkel dolgoznak vagy ilyenek beszerzését tervezik. Általános fejezetét pedig a WERKSTOFFHANDBUCH STAHL UND EISEN közismert kiadványhoz hasonlóan mindenki haszonnal forgathatja, aki az acélok tulajdonságainak általános összefüggésében keres valamire részletes felvilágosítást. *rj*

Műszaki és gazdasági hírek

Új nagyolvasztómű és acélmű Verinában (Spanyolország)

1971-ben megkezdte termelését az Unión de Siderurgicas Assurianas (UNINSA) új 1. számú nagyolvasztója, amelyet a Krupp-konszern tervezett és épített. Ez csak egyike az első kiépítési lépcső két kohójának. A teljes kiépítés után négy nagyolvasztó termel majd az UNINSA-nál.

Az 1. és 2. kohószerkezetileg teljesen azonos. A hasznos térfogat 9,5 m-es medenceátmérő mellett 1713 m³. Mindegyik kohó 24 fúvókával és két-két nyersvas-, ill. salakcsapoló nyílással van ellátva. A medence tűzálló falazata a fúvósíkig szénbéléstégla, a fenék, a nyugvó és az akna jóminőségű samott-téglával van kifalazva. A fenék levegőhűtésű, a medencét vízpermettel hűtik, míg a nyugvóba és az aknába réz-, ill. acélhűtőlapokat építettek be. A torokzárást forgó elegyelosztóval ellátott, pneumatikus működtetésű, kettősharang-rendszerű torokzáró szerkezet biztosítja.

A kohó 1100 °C-os forrószéllel üzemel, az axiálfúvógépek által szolgáltatott max. szélmennyiség: 230 000 Nm³/óra. A forrószelet három félautomatikus átváltású Cowper-féle léghevítő állítja elő, de külön berendezéssel olajat is fúvathatnak a kohóba. A torokgáz tisztítását porzsák, kettős-venturi-mosó és két nedves elektromos szűrő végzi.

Az üst csapolt nyersvasat az oxigén-konverteres acélműbe szállítják, míg a salakot granulálják.

A nagyolvasztó, a léghevítők, az anyagtéri bunkerek és a gáztisztítás felügyeletét és irányítását központi vezérlőteremből látják el.

1971. május 16-án pedig az új, ugyancsak Kruppék által épített oxigén-konverteres acélműben indult meg a termelés. Az acélmű három 110/120 t-ás konverterének összkapacitása 2 millió t/év. Az előállított acél nagy részét tuskóra öntik le, de már építik a lemezbugát szolgáltató folyamatos öntőgépek egyikét. Az acélmű 32 000 m² alapterületű: 200 m hosszú, 170 m széles.

A beérkező nyersvasat két 2200 t befogadóképességű, olajfűtésű keverő fogadja, innen kerül az a konverterekhez. A három konverter közül kettő állandóan üzemel, míg a harmadik falazás vagy már készültség alatt áll. A konverterek központi vezérlőpultról irányíthatók.

Az építés alatt álló egyszálas, ívelt elrendezésű folyamatos öntőmű (Concast—Schloemann-típusú) 1600—2000 mm széles, 200—250 mm vastag lemezbugák öntésére képes. (P)

Stahl und Eisen, 1971. szept.

*

Új oxigéngyár Donawitzben

1971-ben új oxigéngyár kezdte meg a termelést az Alpinen donawitz-i acélművében. A konverteracélgyártás növekvő oxigénszükségletét ugyanis a két meglevő oxigéngyár (1953-ban, ill. 1956-ban épültek) már nem tudta kielégíteni. Az új turbokompresszor teljesítménye: 40 000 Nm³ levegő/óra. Az előállított oxigén tisztasági foka 99,5% felett van. A berendezés költsége 13 millió DM volt.

Az oxigénacélmű tervezett bővítése (az eddigi két 40 t-ás konverter mellé egy újabbat építenek) következtében megnövekvő oxigénszükségletet az új üzemmel már ki tudják majd elégíteni. (P)

Stahl und Eisen 1971. jún.

*

A Kostamo-i ércelőfordulás közös finn—szovjet kitermelése

A Szovjetunió megegyezett Finnországgal a szovjet területen (kb. 25 km-re a finn határtól) levő Kostamo-i vasércelőfordulás kitermelésében. Az 1946-ban feltárt előfordulást 1,2—1,5 milliárd t-ra becsülik. Ez az előfordulás megközelíti a Vellivare—Kirunavarra svéd ércelőfordulást, és ahhoz hasonlóan külszíni fejtéssel termelhető. Az előfordulásból kitermelt ércet látják el a Finnországban szovjet segítséggel épülő második nagyolvasztót. (P)

L'Usine Nouvelle 46. sz.

*

Közvetlen redukciós berendezések mini üzemek számára

A Danielli olasz cég, amely a mini üzemek számára szükséges berendezésekre specializálódott, tervbe vette egy ércelőredukáló berendezés elkészítését, amely az igen kis üzemek számára lenne alkalmas (pl. csak 30—50 et/év kapacitással).

Olaszországban a földgáz ára igen nagy, ami megnehezíti azt, hogy az olasz mini üzemek a direkt redukciós eljáráshoz földgázt használjanak. Ezért a Kinglor—Meteor cég NP-spanyol eljárásának elterjedésével lehet számolni, amely fűtőanyagként szenet használ.

Danielli ugyancsak tanulmányozza egy kis buga öntésre alkalmas folyamatos öntőmű, hideg hengermű és csősor mini üzemek céljaira való kidolgozását. (P)

L'Usine Nouvelle 46. sz.

*

VÖEST leállítja egyik kohóját

A VÖEST leállított négy kohójának egyikét, mert a nyersvas iránti kereslet a világszerte lanyhuló acélpiac következtében, oly mértékben lecsökkent, hogy az elmúlt konjukturális időszak magas termelése már nem tartható. A VÖEST nyersvas termelése az utóbbi 3 évben egyharmaddal, 2 millió t/év fölé emelkedett.

Az LD-acéltermelést, amely 1967 óta 1,8 millió t/évről 2,3 millió t/év-re növekedett, az intézkedés nem érinti. Sőt a VÖEST folytatja a már megkezdett harmadik LD-üzem építését, hogy azt 1973-ban üzembehelyezhesse. (P)

Montan, No. 268/71.

*

A világ legnagyobb acéltermelője 1971-ben: a Szovjetunió

A Japán Vas- és Acélgyártók Szövetségének november 15-én közzétett adatai szerint 1971-ben a Szovjetunió termeli a legtöbb nyersacélt. A szövetség a szovjet acéltermelést 120 millió t-ra becsüli, míg az Egyesült Államokét 114 millió t-ra, s Japánét 88 millió t-ra. A szovjet acéltermelés felfutásának okait a szövetség a szocialista országok és a belső igény által támasztott megnövekedett keresletben látja. Az NSZK acéltermelése biztos, hogy nem éri el ez előző évi kb. 45 millió t-ás rekordot.

Japán 1972-re a Szovjetunió nyersacéltermelésének további növekedésével, 125 millió t-val számol, míg az USA 1972-es acéltermelését 122 millió t-ra becsüli. (P)

Montan, Nr. 265/71.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

A vörösiszap komplex feldolgozása Magyarországon

Dr. DOBOS GYÖRGY
okl. vegyészmérnök, a műsz. tud. doktora
Magyar Alumíniumipari Trösztt

SOLYMÁR KÁROLY
okl. vegyészmérnök

HORVÁTH GYULA
okl. kohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 167(439) : 669.712.1 : 669.046.55/.58

A szerzők rámutatnak a vörösiszap feldolgozásának szükségességére, és ismertetnek néhány eljárást, melyek a közeljövőben számításba jöhetnek a nagyüzemi megvalósításnál.

Részletesen foglalkoznak egy magyar eljárással, melyet laboratóriumi, félüzemi és nagyüzemi méretekben próbáltak ki.

Bemutatják a vörösiszap jó redukálhatóságát, ismertetik a rögösítés és a salak-zsugorítás folyamán képződő fázisokat, és rámutatnak a vasrög, valamint a másodlagos iszap hasznosíthatóságára is.

A világ alumíniumiparának termelése évenként 6—9%-kal nő. Ennek megfelelően fejlődik a világ bauxit termelése is; ez 1969-ben 57,0 millió tonna volt.

A bauxitkészletek földrajzilag egyenlőtlen eloszlása és véges volta miatt egyre inkább törekedni kell a bauxitok összes alumíniumoxid-tartalmának kinyerésére, de egyre sürgetőbb feladat a vörösiszap feldolgozása is, nemcsak a benne levő értékes alkotórészek (Al_2O_3, Na_2O, Fe_2O_3) hasznosítása érdekében, hanem a tárolásával kapcsolatos és egyre fokozódó nehézségek miatt is. Ugyanilyen okból egyes országok már jelenleg is gyengébb minőségű bauxitok feldolgozására kényszerülnek.

A gyenge minőségű bauxitok feldolgozására szóbajöhető eljárások

Az eljárásokat az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

Timföldgyártásra kidolgozott módszerek a vastartalom hasznosítása nélkül

a) *Iparilag megvalósított módszerek.* Ezekhez tartoznak a *Bayer*-eljárás, pirogén eljárás, párhuzamos-kombinált és soros-kombinált eljárás.

Új apparatív megoldást jelent, és perspektivikusnak látszik a *Montecatini*-cég zsugorítóüstös, ill. szalagos technológiája [1].

Figyelemre méltó az *LNK*-ban *Grzymek* professzor által kidolgozott eljárás is, amely timföld és cementgyártásra szolgál [2], bauxitot, szénmeddőt és agyagot dolgoz fel.

b) *Kísérletileg kidolgozott módszerek* a kétszeresen kombinált technológia (Bayer-eljárás a jó minőségű ércre, soros-kombinált eljárás a gyenge minőségű érc felhasználására, a *Fémipari Kutató Intézet javaslata* szerint) előkovasavtalanítás a Bayer-eljárás előtt [3], savas eljárások különösen a kénsavas [4], és az ammónium-szulfátos technológia újabb változata [5], a Bayer-hidrokémiai eljárás (*Ponomarev* módszer, Szovjetunió) [6].

Komplex technológiák a vas- és alumíniumtartalom egyidejű kinyerésére

a) *Bauxitból kiinduló módszerek:* Salakolvasztásos eljárások: *Pedersen*-eljárás, nagyolvasztós, alacsonyaknás *Stürzelberg*-eljárás, *Hall*-eljárás, [7], elektrotermikus extrakció ferroszilícium, vagy Al35 Si35 ötvözet előállításával [8].

b) *Vörösiszapot feldolgozó eljárások:* Módosított soros-kombinált eljárás, közbenső vasrögkinyeréssel [9, 10], a vörösiszap megolvasztása, majd villamos kemencében közvetlenül kilúgozható kalciumaluminát-salak kinyerésével [12], forgó kemencében előredukált vörösiszap olvasztása elektromos kemencében [13], kétkemencés eljárás: redukálás és olvasztás külön-külön forgókemencében kalciumaluminát-salak képzésével [14, 15], olvasztás alacsonyaknás kohóban, vagy nagyolvasztóban [12, 16], savas eljárások (HNO_3, HCl, H_2SO_4), esetleg műtrágyagyártással kombinálva (Lautai salétromsavas eljárás [1]), vörösiszap zsugorítása redukálószer jelenlétében [18], vörösiszap redukálása forgókemencében majd olvasztása lángkemencében [19].

A vörösiszap hasznosítására kidolgozott, és ipari megvalósításra alkalmas eljárások

A nagyszámú kutatás ellenére eddig csak kevés olyan eljárás van, amely a vörösiszap feldolgozására a közeljövőben számításba jöhet:

A *soros-kombinált* eljárást a vörösiszap feldolgozására *Pavlodarban* (Szovjetunói) már több év óta alkalmazzák. Ez a technológia azonban a bauxit, ill. vörösiszap vastartalmát nem hasznosítja.

A *Magyarországon* kidolgozott [9, 10] komplex technológia szerint két lépcsőben hőkezeljük a vörösiszapot. Az első lépcsőben a koksszal, félkokszszal, vagy antracittal kevert iszapot redukáljuk, majd a 0—4 mm-es vasrögöket a salaktól mágnesesen elválasztjuk. A salakot második lépcsőben szódával és mészkővel zsugorítjuk, majd kilúgozzuk. Timföldet és cementgyártásra alkalmas iszapot kapunk.

A *Szovjetunióban* kikísérletezett komplex szétolvasztásos módszerekkel [13, 15] a kis Na_2O-tartalmú vörösiszapok sikeresen feldolgozhatók.

Megjegyezzük viszont, hogy a nagyobb Na_2O-tartalmú vörösiszapokból nem gyártható önporló kalciumaluminát salak, ezért ezeket előzetesen kausztifikálni kell. Ezen eljárások vasterméke nyersvas.

Az alábbiakban részletesen ismertetjük az egyes eljárások legjellemzőbb technológiai sajátosságait.

Soros kombinált eljárás

Az egyetlen nagyüzemileg is megvalósított módszer a vörösiszap feldolgozására.

Pavlodar-ban a közelmúltban helyezték üzembe a világ jelenleg egyetlen soros kombinált technológiájú timföldgyárát. Ebben az üzemben 45—46% Al_2O_3 és 10—11 % SiO_2-tartalmú, főleg hidrargillites bauxitot dolgoznak fel. Az optimális technológia beállítása után várható mutatók: Bauxit: 2,8 t/t timföld (13—15% tapadó nedvességnél), Na_2O-veszteség: 80—85 kg/t (szóda alakjában).

A *Szovjetunióban* dolgozták ki azt az eljárást is, amellyel a nagy vastartalmú vörösiszapok is feldolgozhatók. A vörösiszapot redukálószer jelenlétében zsugorítják, szódával és mésszel. Az elegyet az alábbi mólarányok szerint állítják össze:

$$\frac{CaO}{SiO_2}=2{,}0;\quad \frac{Na_2O}{Al_2O_3}=1{,}1;\quad \frac{C}{Fe_2O_3}=1{,}5$$ (elméleti, gyakorlatilag 6—8).

Az eljárással 87—88% Na_2O és Al_2O_3-kihozatal érhető el. Az Fe_2O_3-tartalomnak mintegy 10%-a fémvasig, a többi része FeO-ig redukálódik.

Magyar eljárás a vörösiszap rögösítésével [9, 10, 20]

A vasoxidban dús bauxit komplex feldolgozására Magyarországon kidolgozott ezen technológia a soroskombinált eljárásnak a vörösiszap közbenső vastalanításával módosított változata.

Az 1962 óta — részben nemzetközi együttműködés keretében folyó kutatások (SZU, CSSZSZK) eredményeként négylépcsős, komplex timföld-, vas- és cementgyártó eljárást dolgoztunk ki, amely a következő technológiai elemeket tartalmazza:

1. A bauxit feltárása Bayer technológiával;
2. a vörösiszap redukálása Krupp-féle rögösítő eljárás szerint, és a nyert termék mágneses elválasztása;
3. a vastalanított salak szóda-meszes zsugorítása, és a pörk kilúgozásával termelt aluminátlúg visszavezetése a Bayer-körfolyamatba;
4. a kilúgozott pörk (másodlagos iszap) feldolgozása cementté.

Kísérleteinket előbb laboratóriumi, majd félüzemi, illetve részben üzemi méretben végeztük.

Vörösiszap szétolvasztása két forgókemencében (UFAN-eljárás, [14, 15])

E módszert az *UFAN*-ban (Szovjetunió) dolgozták ki. A kis Na_2O-tartalmú vörösiszapot mésszel és koksszal összekeverik, és az első forgókemencében — mintegy 1000 °C-ig hevítve — redukálják. Ezután a forró anyag az alatta elhelyezett másik forgókemencébe jut, amelyben 1400 °C körüli hőmérsékleten az elegyet megolvasztják. Kalciumaluminát salak és nyersvas képződik. A salak önporló. Ezt szódaoldattal kilúgozzák, az oldatot kovasavtalanítják és karbonizálják. A timföld SiO_2-tartalma általában nagy.

A salak kilúgozása után visszamaradó ún. „*szürkeiszap*" cementgyártásra használható.

A keletkező nyersvas kéntartalma kicsi, de sok benne a foszfor.

A két forgókemence ellenáramban dolgozik és jó hőhasznosítású. A redukáló és olvasztó zóna különválasztása előnyösen csökkentette a gyűrűképződést, ill. ha mégis képződnek gyűrűk, azok könnyebben eltávolíthatók. Így az üzemzavar miatti termeléskiesés kicsi.

A vörösiszap szétolvasztása forgókemencében és elektrokemencében (VAMI-eljárás, [13])

Ez a VAMI által kifejlesztett eljárás, az előzőhöz hasonlóan, a redukciót forgókemencében valósítja meg. Itt is önporló kalciumaluminát salak és nyersvas, vagy ferroszilícium képződik.

Ebben az esetben az elektrokemence csak a vasredukció befejezésére és a fémnek a salaktól való elkülönítésére szolgál. Az összes többi műveletet (szárítás, dehidratáció, mészkőbontás, az anyag felmelegítése, a vasoxid részleges redukciója) a forgókemencében valósítják meg.

E munkamódnál forró anyag lép az elektromos kemencébe részben redukált, homogén zsugorítmány formájában. A zsugorítmányban az összes vastartalomnak 30—40%-a Fe, ill. FeO alakjában van.

A salak önporlása 88—92%, a vaskihozatal közel 100%.

Az eljárás előnye, hogy az elektromos energiafelhasználás 2,5—3-szor kisebb, mint abban az esetben, ha az elegyet a forgókemencében megvalósított előzetes redukálás nélkül adják az elektrokemencébe. Az eljárás tájékoztató önköltsége a Szovjetunió viszonyai között a közepes minőségű (6—8 módulusú) Bayer-bauxitokból előállított timföld önköltségének színvonalán van.

Vörösiszap szétolvasztása forgókemencében és lángkemencében (Giulini-eljárás, [19])

A Bayer-eljárás során keletkező vörösiszapot kevés mész és redukálószer jelenlétében először forgókemencében redukálják, majd a redukált termék a sorbakapcsolt álló lángkemencébe jut, ahol megolvasztják. A redukciót 1000 °C körüli hőmérsékleten fejezik be, míg az olvasztás mintegy 1400 °C hőmérsékletet igényel. Az olvasztókemence füstgázai fűtik a forgókemencét, amely csak esetenként szorul póttüzelésre.

A forgókemencében a redukció hatásfoka mintegy 80%, a redukció a lángkemencében fejeződik be.

Az olvasztókemencéből a vasat szakaszosan csapolják, míg a salak eltávolítása folyamatos. A nyersvas *S*-tartalma nagy, viszont *C* és *Si*-tartalma kicsi, ezért folyékony állapotban még modifikálást igényel.

Az eljárásnál keletkező salakot nem dolgozták fel tovább, hanem mint útépítési alapanyagot és szigetelőanyagot (salakgyapot) közvetlenül értékesítik. Az eljárás gazdaságosságának előfeltétele a vörösiszap viszonylag magas Fe_2O_3-tartalma (min. 45%).

1. táblázat

Az ejpovicei ércelegy és a „C" jelű magyar vörösiszap összetétele 105 °C hőmérsékleten szárított anyagra számítva

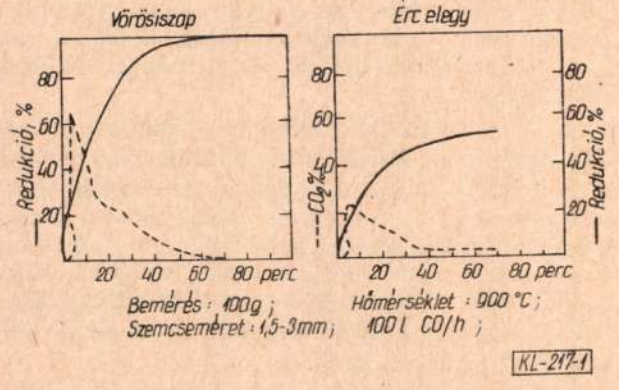
Alkotórész, %	Ejpovicei ércelegy	„C" jelű vörösiszap
Fe	32,05	23,9
Fe^{2+}	11,25	—
SiO_2	23,10	10,1
Al_2O_3	8,7	20,1
CaO	2,4	6,7
MgO	1,9	1,0
MnO	0,6	—
S	0,6	—
Na_2O	0,2	8,2
K_2O	3,4	—
Izz. veszt.	12,4	12,3

A magyar módosított soros-kombinált eljárás technológiájának ismertetése

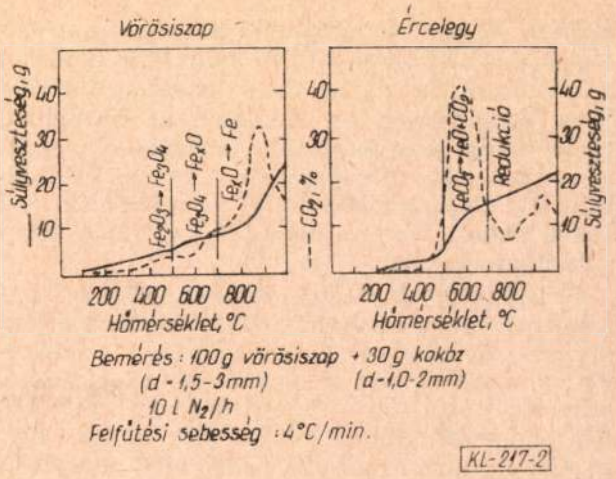
A vörösiszap rögösítése

Laboratóriumi vizsgálatainknak elsősorban a redukálhatóság tanulmányozására és a salak technológiai viselkedésének fizikai — kémiai módszerekkel történő minősítésére terjedtek ki.

A vörösiszapot feldolgozó eljárások első lépése általában az iszap Fe_2O_3-tartalmának redukálása. Ezért a vörösiszap redukálhatóságát — megbízásunkból — a *Mniseki Vasipari Kutató Intézetben (Csehszlovákia) Leitner* az *ejpovicei* ércelegy (50% Ejpovicei érc, 30% Krusna—Horai érc, 20% piritpörk) redukálhatóságával hasonlította össze [21]. A vizsgált anyagok összetételét az *1. táblázatban* adjuk meg. A kísérletekhez 74,7% C-tartalmú, 6278 Kcal/kg égéshőjű kokszot használtak fel. A termogravimetriás készülékkel mért súlyveszteséget és a reakció-termék széndioxidtartalmát folyamatosan regisztrálták. A mintákat a mérések előtt 1000 °C hőmérsékleten nitrogénáramban izzították. A minták relatív redukálhatóságát az *1. ábra* szemlélteti. Eszerint a 100 g, 1,5—3,0 mm szemcseméretű anyagok közül 100 l/óra CO-gázáramban, 900 °C-on a vörösiszap 60 perc alatt teljesen redukálódott, míg az ejpovicei érckeverék redukciója ugyanekkor csak 52%-ot ért el.



1. ábra. Ejpovicei ércelegy és „C" jelű vörösiszap redukálhatósága szén-monoxiddal, J. Leitner szerint [21]



2. ábra. Ejpovicei ércelegy és „C" jelű vörösiszap redukálhatósága koksszal, J. Leitner szerint [21]

A forgókemencében lejátszódó redukció modellezésére szilárd-redukálószerrel (30 g kőszénkoksz 100 g ércre, ill. vörösiszapra) inert atmoszférában (10 l /óra N_2), 4 °C/perc fűtési sebességgel végeztek méréseket. Az érc és vörösiszap szemcsenagysága 1,5—3,0 mm, a kokszé 1,0—2,0 mm volt. A vizsgálat eredményét a *2. ábra* mutatja. A reakciótermék széndioxid-tartalmának változásából megállapítható, hogy a vizsgált vörösiszap redukálásakor az egyes részfolyamatok a következő hőmérséklet tartományban mennek végbe:

I. $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4$ (500 °C alatt)
II. $Fe_3O_4 \rightarrow Fe_xO$ (500—700 °C)
III. $Fe_xO \rightarrow Fe$ (700 °C felett)

Az ejpovicei ércelegy redukciója szilárd redukálószerrel csak a vaspát bomlásának befejeződése után, 700 °C felett kezdődik. 1000 °C elérésekor az ejpovicei ércelegy redukciójának hatásfoka 42%, a vörösiszapé 82,1% volt.

Félüzemi és üzemi kísérleteink is igazolták a vörösiszap kedvező redukálhatóságát. Ez lehetővé teszi, hogy a savanyú vasércek feldolgozásával szemben redukálószerként *kizárólag antracitot* is felhasználhatunk. Ennek az az előnye, hogy az Na_2O veszteség 2—3%-ra csökken. Kutatásaink szerint ugyanis a rögösítéskor füstgázzal távozó nátriumoxid mennyisége a redukálószer illóanyagtartalmával arányosan nő. Az antracit felhasználása a nehezen beszerezhető félkoksszal és a drága kőszénkoksszal szemben előnyösen mutatkozik az eljárás önköltségének csökkenésében is.

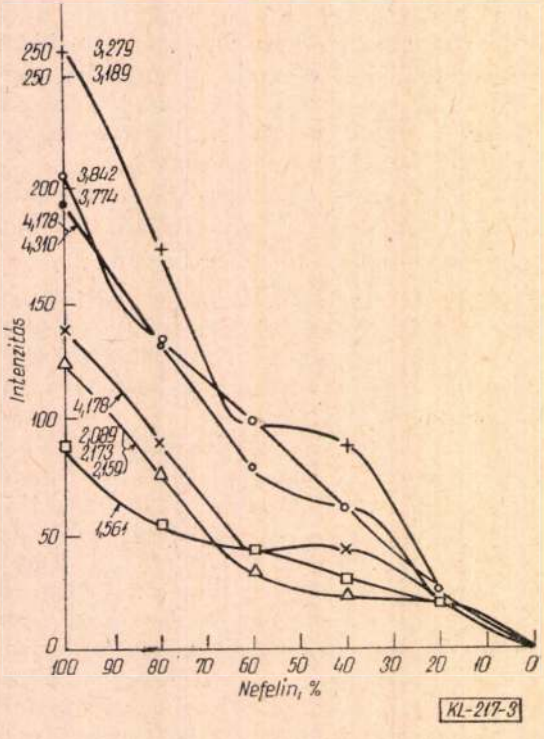
A rögösítési eljárás megvalósíthatóságának előfeltétele a megfelelő mennyiségű és minőségű salakolvadék fázis képződése. Nem dolgozható fel tehát ezzel a módszerrel tetszőleges összetételű vörösiszap. Az eljárás szempontjából kedvező, ha a vörösiszap mintegy 40—50%-a nátrium-alumínium-szilikátból áll.

A vörösiszapból képződött salakokban a nefelin-carnegieit-fázis és az üvegfázis mennyiségi meghatározására röntgendiffraktométeres eljárást dolgoztunk ki a Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványtan Tanszékén *Nemecz* professzor irányításával, két komponensű belső standard módszer alkalmazásával [22]. Belső standardként egy nefelin

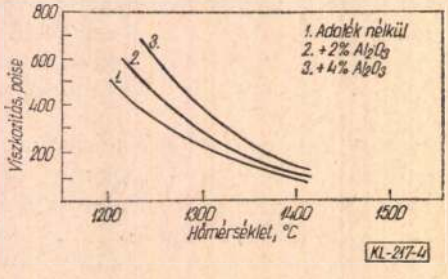
mentes salakot választottunk. A nefelin mennyiségi meghatározására szolgáló kalibrációs görbéket a *3. ábrán* mutatjuk be. Az abszcisszán a nefelin %-os mennyiségét, az ordinátán az intenzitást tüntettük fel. Az egyes görbék a különböző reflexiókra vonatkoznak. Megállapítottuk, hogy a salakokban általában legalább 50% üvegfázisnak kell lennie ahhoz, hogy a rögösítés kedvezően megvalósítható legyen.

Megállapítottuk a CaO- és Al_2O_3-adagolás egymással ellentétes hatását a salak-viszkozitás módosítására. A számbajövő tartományban az üzemi vörösiszap-salak azonos viszkozitáshoz tartozó hőmérsékletét 1% CaO 5 °C-kal csökkenti, míg 1% Al_2O_3-adagolás mintegy 25 °C-kal növeli. Egy 9% CaO-tartalmú vörösiszap-salak viszkozitásának növekedését alumínium-oxid adagolás hatására a *4. ábra* szemlélteti. Az ipari gyakorlatban ezt a hatást bauxit adagolással érjük el, amelyet félüzemi és üzemi méretben is sikeresen kipróbáltunk.

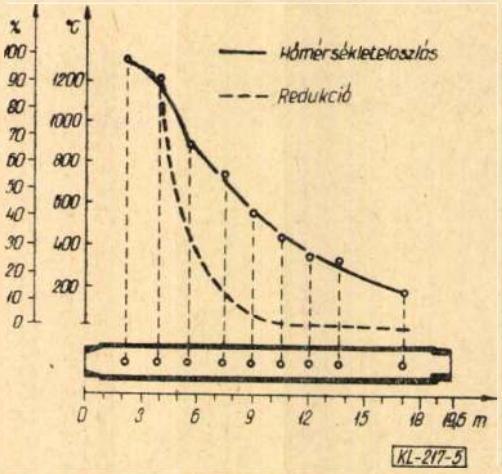
Félüzemi kísérleteink során, amelyeket az *Almásfüzitői Timföldgyárban* folytattunk, részletesen ta-



3. ábra. Kalibrációs görbék a nefelin tartalom mennyiségi meghatározására vörösiszap rögösítésekor képződő salakokban, röngendiffrakciós módszerrel [22]



4. ábra. Az Al_2O_3 adagolás hatása a vörösiszap rögösítésekor képződő salakok viszkozitására



5. ábra. A hőmérsékleteloszlás és a redukció előrehaladása a kísérleti forgókemencében

nulmányoztuk a 20 m-es forgókemencében a vörösiszap redukálásakor lejátszódó fázisváltozásokat. A mintavevő helyeket, a kemencében uralkodó hőmérséklet eloszlást és a redukció lefolyását az *5. ábra* szemlélteti, míg az egyes minták röntgendiffraktogramját a *6. ábrán* mutatjuk be.

A vörösiszap összetétele a következő volt:

Al_2O_3=18,5%; SiO_2=11,6%. Fe_2O_3=34,4%;

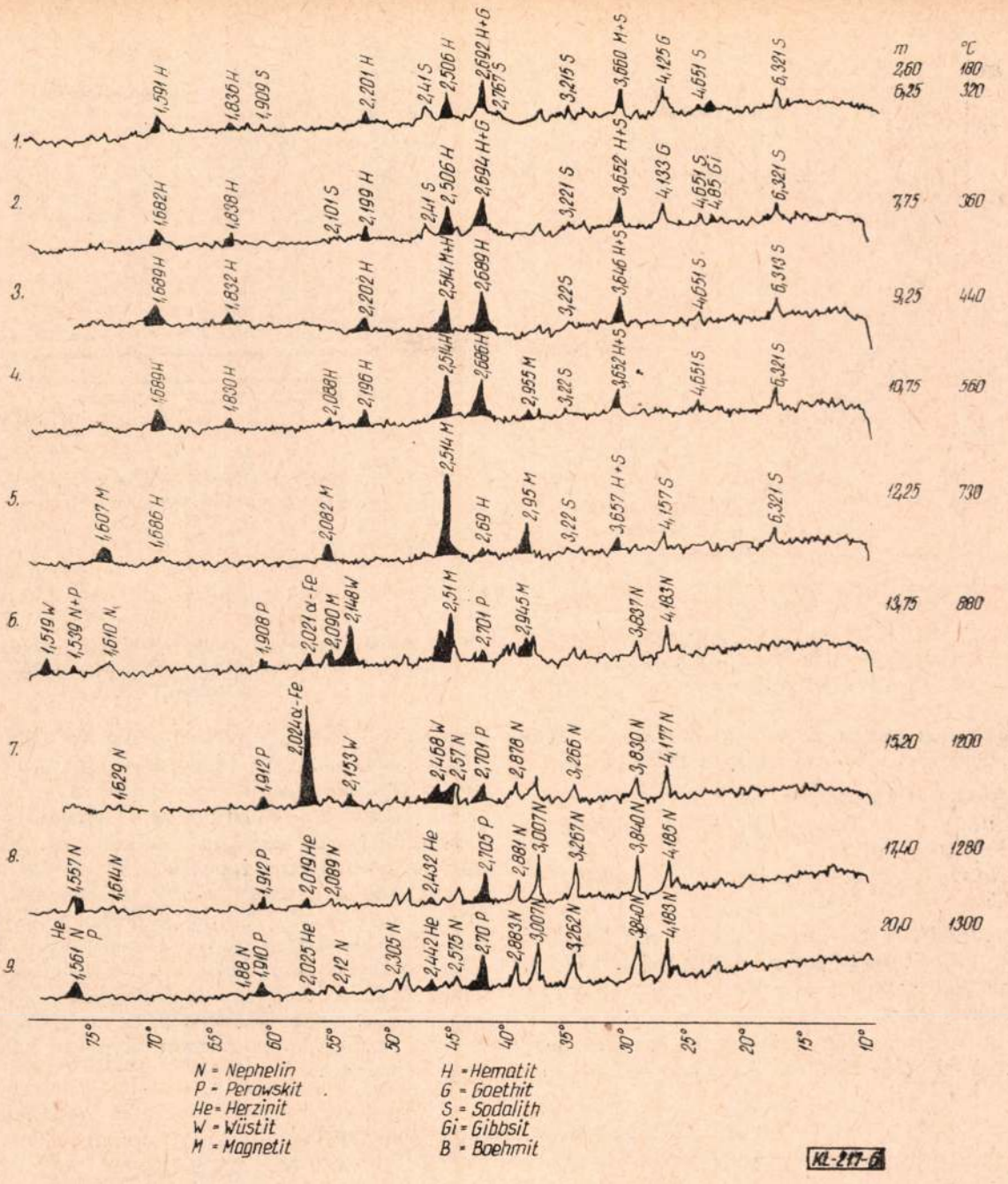
Na_2O=6,6%; CaO=6,0%; MgO=0,8%; TiO_2= =5,0%; izzítási veszteség 1,37%; míg a száraz vörösiszap: félkoksz arány 78 : 22.

Az 5. ábra szerint a vörösiszap nagy nedvességtartalma miatt a kemence szárító zónája igen hosszú (a kemence hosszúságának 40%-a), a redukáló zóna rovására (45%), míg a rögösítő zóna hosszúsága azonos a szokásos *Krupp-Renn* kemencékével (15%).

A 6. ábrán bemutatott röntgendiffraktogramok alapján jól követhető a vas-oxidok redukciója. A goethit átalakulása hematittá 440 °C-on (3. minta) már teljes. A 4. sz. mintában (560 °C) már jelentős mennyiségű magnetit van jelen. 880 °C hőmérsékleten (6. minta) jól észlelhető a wüstit, 1200 °C-on pedig a redukció gyakorlatilag befejeződött (7. minta). Jellemző, hogy a 8. mintában (1280 °C) a wüstitből képződött hercinit is megjelent, míg a wüstit eltűnt a rendszerből. Megfigyelhető az is, hogy a 6. mintában (880 °C) a szodalit már teljes egészében nefelinné alakult. Röntgenvizsgálataink tehát megerősítették a vörösiszap kedvező redukálhatóságát és a redukció lépcsőzetes lefolyását.

A 20 m-es forgókemencében végzett mintegy 250 üzemnapos almásfüzitői félüzemi kísérleteink igazolták, hogy a vörösiszap a *Krupp*-féle rögösítő eljárással folyamatosan feldolgozható, a forgókemence rögösítő zónájának béléséhez magnezitkróm típusú téglák használhatók, továbbá, hogy a képződött tapadékok a vastalanított salak és koksz elegyéből összeállított ún. „gyógyelegy" feladásával eltávolíthatók.

Ejpovicében a 60 m-es üzemi kemencében feldolgozott mintegy 8000 tonna almásfüzitői vörös-

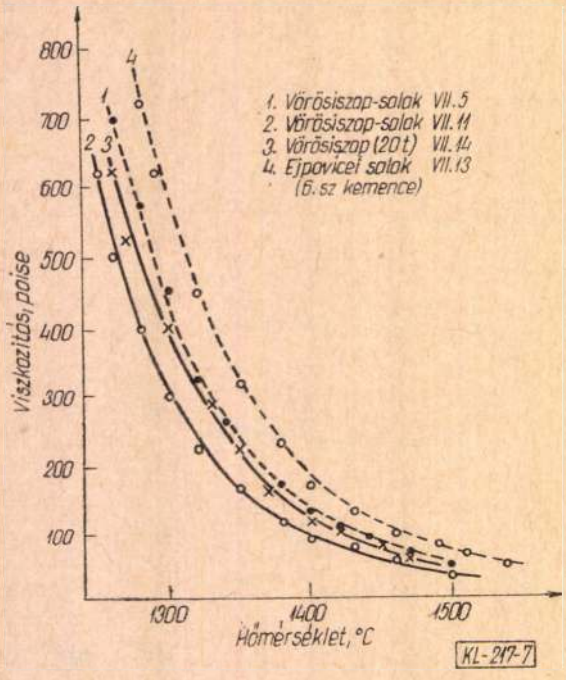


6. ábra. A kísérleti forgókemencében lejátszódó fázisváltozások (A salakminták röntgendiffraktogramja)

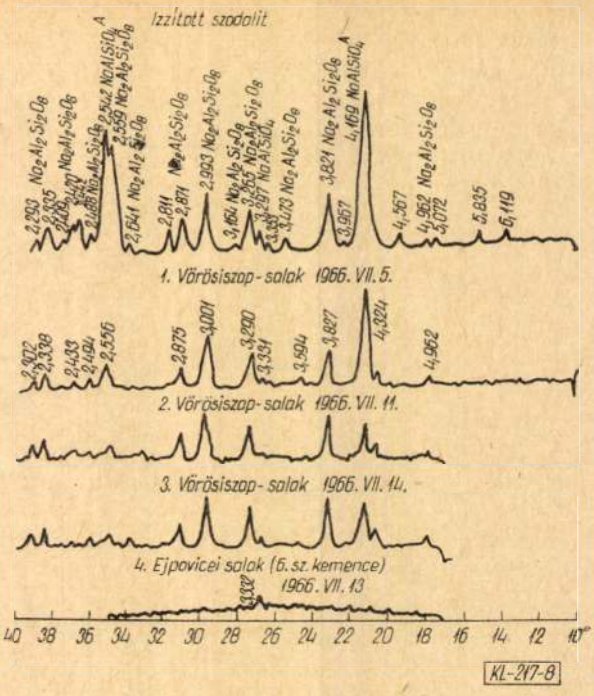
2. táblázat

Az ejpovicei nagyüzemi kísérletből származó salakok összetétele, %

Sor-szám	Megnevezés	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	FeO	Fe	CaO	MgO	TiO_2	SO_2	izz. v.
1.	Vörösiszap salak VII. 5	27,8	26,9	12,1	4,2	5,3	3,5	1,9	8,2	1,8	7,8
2.	Vörösiszap salak VII. 11.	23,7	23,9	11,0	7,9	11,4	3,6	2,2	6,5	1,7	11,8
3.	Vörösiszap salak VII. 14.	29,1	27,8	10,9	5,7	5,9	4,5	3,0	8,2	1,9	5,6
4.	Ejpovicei-salak ..... VII. 13.	17,6	42,1	0,8	5,0	5,9	6,6	2,8	0,9	0,3	15,0



7. ábra. Az ejpovicei nagyüzemi kísérlet folyamán vörösiszap rögösítésekor képződött salakok viszkozitásgörbéje



8. ábra. Az ejpovicei nagyüzemi kísérlet folyamán vörösiszap rögösítésekor képződött salakok röntgendiffraktogramja

iszap átlagos kémiai összetétele az alábbi értékekkel jellemezhető (száraz anyagra számítva):

Al_2O_3	19,12%	CaO	1,39%
SiO_2	11,98%	MgO	0,78%
Fe_2O_3	40,78%	SO_3	1,08%
Na_2O	9,27%	izz. v.	10,53%
TiO_2	4,40%		

A vörösiszap ásványos összetétele: szodalit-40,0%, gibbsit 6,0%; böhmit 4,0%; hematit 15,0%; goethit 30,0%; kalcit + dolomit 3,0%; egyéb, (főként pirit) 2,0%.

A 30 napos nagyüzemi kísérlet igazolta, hogy a vörösiszapból is előállítható a savanyú salakokhoz hasonló tulajdonságú *Krupp*-salak. Ezt szemléltetjük a *7. ábrán*, melyen 3 különböző időpontból származó vörösiszap-salak és ejpovicei savanyú salak viszkozitását hasonlítjuk össze. A vizsgált salakok összetételét a *2. táblázatban* adjuk meg. Látható, hogy a redukálószer hamuja (félkoksz-feketeszén) a salakban a kovasav relatív mennyiségét jelentősen megnövelte és így a salakokban az Al_2O_3/SiO_2 mólarány közel egy volt. A vörösiszap-salakok és az ejpovicei salak alapvetően eltérő kémiai összetétele ellenére, fizikai-kémiai tulajdonságaik közel állnak egymáshoz, bár az üzemvitelben vörösiszap és savanyú vasérc feldolgozásakor alapvető különbségek is vannak.

3. táblázat

Az üzemi méretű rögösítés alapadatai

Adatok felsorolása	Savanyú vasérc rögösítésekor	Vörösiszap rögösítésekor		
		Ejpovicei kísérleti adatok		A jövőben várható
		1.	2.	
Kemence méretei, m	∅ = 3,6 × 60	∅ = 3,6 × 60	∅ = 3,6 × 60	∅ = 3,6 × 60
Feldolgozható ércelegy mennyisége t nap	375	360	360	405
Kemencék naptári idő kihasználása, %	78,8	78,8	78,8	81,4
Kampány időtartama, nap	100,0			130/200,
Ércelegy fémtartalma, % Fe	32,76	26,28	22,98	27,0
Ércelegy nedvessége, %	4,89	31,83	28,39	27,0
Rögök átlagos Fe-tartalma, %	81,71	76,85	81,24	85,0
Rögök megoszlása: nagyobb mint 5 mm, %	10,0	8,9	11,5	12,0
1,5—5 mm, %	54,0	50,8	49,7	53,0
1,5 mm alatt, %	36,0	40,3	38,8	35,0
Fe-kihozatal, %	78,09	81,66	83,6	84,0
Feldolgozott ércelegy, t/év	99,485	103,543	103,543	120,400
Termék mennyisége, t/év	85,000	55,000	61,000	64,000
Rögök mennyisége, t/év	29,747	19,715	17,747	23,400
Redukálóanyag, t/év	42,880	25,572	28,408	21,700
Technológiai tüzelőanyag t/év (szilárd)	12,772	10,196	13,239	8,500 (folyékony)
Salak, t/év	55,000	35,000	43,000	42,000

A 7. ábra szerint a vörösiszap salakok adott hőmérsékleten kisebb viszkozitásúak ugyan az ejpovicei salaknál, de a rögösítési folyamat kedvező megvalósíthatóságát kis FeO-tartalmú vörösiszapsalakokkal a viszkozitás görbék is igazolják.

A vizsgált salakok röntgendiffraktogramját a *8. ábra* szemlélteti, melyen összehasonlításul feltüntettük az izzított szodalit felvételét is. A vörösiszapban található szodalit izzításakor nefelinné és carnegieitté alakul át. A vörösiszap salakokban ezen két kristályos fázis együttes mennyisége *Nemecz* [22] kvantitatív meghatározása alapján 50 ± 5%.

Kristályoptikai vizsgálataink szerint a vörösiszap-salakok üveg- és az üvegben finoman diszpergált kristályos fázisok szuszpenziójának tekinthetők. Az összehasonlításul használt ejpovicei minta a 8. ábra szerint csaknem teljesen röntgenamorf.

Az ejpovicei nagyüzemi kísérlet utolsó időszakaiban mért jellemző mutatószámokat, az ejpovicei üzem adataival összehasonlítva a *3. táblázat*ban foglaltuk össze. A táblázatban feltüntettük a vörösiszap feldolgozásakor, célberendezések felhasználásakor, a jövőben várható adatokat is.

A nagyüzemi kísérlet igazolta, hogy a vörösiszap Krupp-féle rögösítése iparilag is megvalósítható. A vörösiszap redukálhatósága rendkívül jó, és a porzási veszteség kicsi volt. A kísérlet utolsó szakaszában 81,5—83,0%-os Fe-kihozatalt és a rögökben 77—81% átlagos Fe-tartalmat értünk el. A félkoksz és a feketeszén redukálószer keverék a vörösiszap rögösítéséhez műszakilag is előnyösnek bizonyult. A magnezit-króm és samott kettős falazat az üzemi kísérlet folyamán is igen jól bevált, várhatóan nagy élettartamú. Lineáris elhasználódást figyelembe véve 200 üzemnap is elérhetőnek látszik. Gyűrűképződés miatt komolyabb nehézségek nem voltak, de erről a kérdésről végleges véleményt csak többhónapos nagyüzemi tapasztalat után lehet mondani. A kísérletek során a gépészeti berendezésekkel szerzett tapasztalatok felhasználásával a vörösiszap tulajdonságainak megfelelő célberendezés tervezhető.

A vasrög hasznosítása

Az *Ejpovicében* termelt vasrög átlagosan 1,0—2,0%C 0,1—0,4% *Mn*; 0,1—0,4% *Si*; 0,7—1,4% *P* és 0,7—1,2% *S*-tartalmú volt. Felhasználási módja az egész komplex technológia gazdaságosságát alapvetően befolyásolja. A felhasználási lehetőségek közül a kohó-elegybe adagolás és a forrószeles kupolókemencében való átömlesztés sem műszaki, sem gazdaságossági szempontból nem javasolható. Ezzel szemben ívfényes elektromos kemencébe adagolva, a vasrögből közvetlenül kereskedelmi acéltuskók nyerhetők — igen előnyös gazdaságosság mellett. A módszert *Spanyolországban* dolgozták ki. *Coll Gomet-Trevijano* [23] közleménye szerint a madridi Vas- és Acélipari Kutató Intézetben kidolgozott eljárással 0,70—1,20%, *C*; 0,60—1,20% *P* és 0,40—1,0% *S*-tartalmú vasrögből mészkő és vasérc vagy más oxidáló anyag jelenlétében elektromos kemencében egyetlen oxidáló és egy redukáló salakkal 0,17% *C*, 0,33% *Si*, 0,50% *Mn*, 0,036% *P* és 0,035% *S*-tartalmú acélt állítottak elő. Igazolták, hogy az acélgyártás kizárólag Krupp-Renn vasrögökből álló betéttel, bázikus elektromos kemencében megvalósítható. Bár az elektromos energiafogyasztás valamivel nagyobb, mint az ócskavas használatánál, mert az FeO nagy részét közvetlenül kell redukálni, de a vashozam is nagyobb, a vasrögök ára kisebb, és kisebb a kezelési költség is. A világszerte fennálló ócskavas hiány és a magas ár különösen indokolttá teszi az eljárás megvalósítását. Magyarországon szintén sikerült reprodukálnunk a spanyol eredményeket.

A módszer alkalmazása a magyar módosított kombinált eljárás legnagyobb problémáját, a vasrög reális értékének megfelelő megtérülését oldja meg, ezért ez irányban további kutatásokat kell folytatni.

A vörösiszap redukálásával nyert salak szódameszes zsugorítása

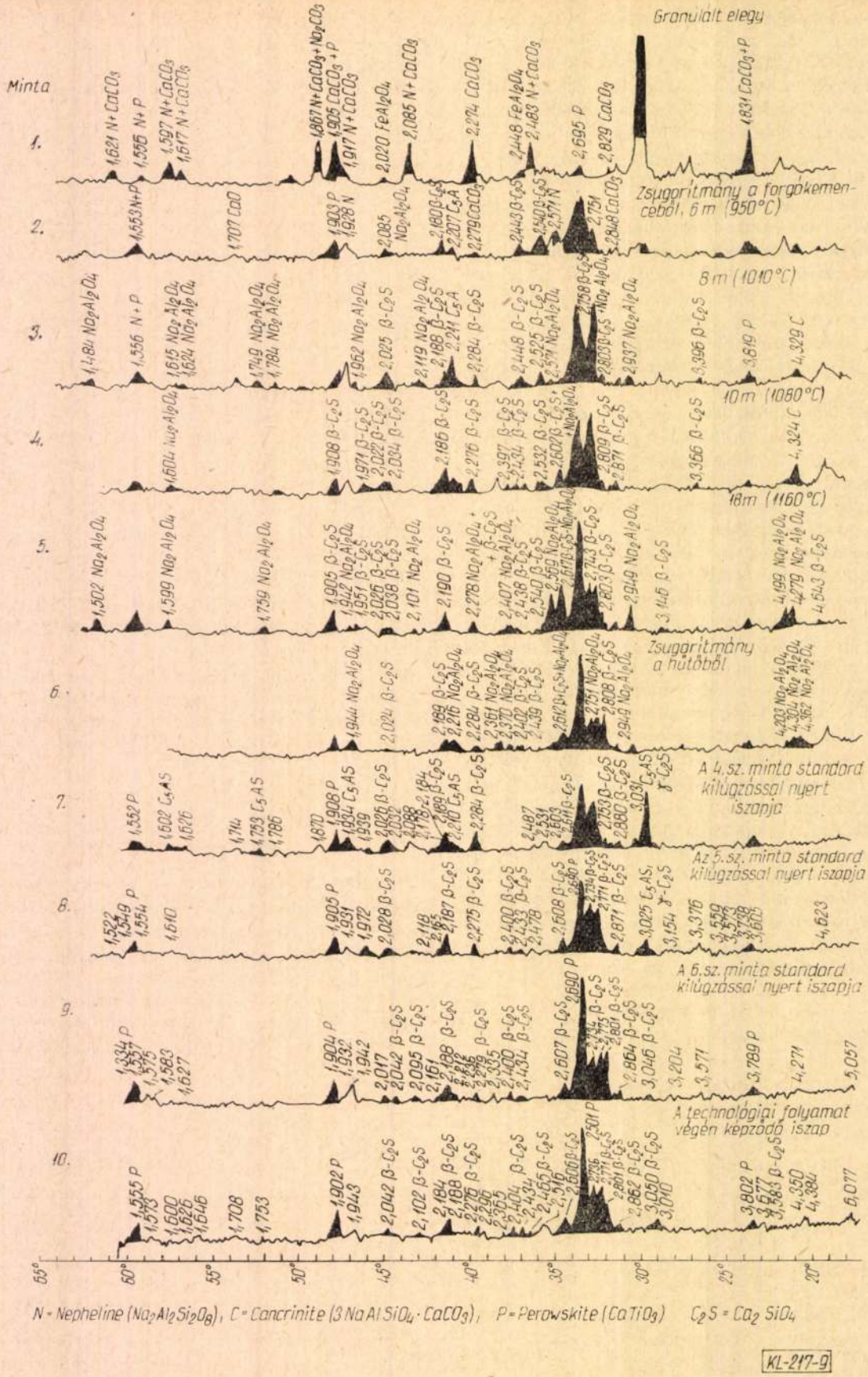
A salak hasznosítására alkalmas technológia kidolgozásakor a nefelines ércek feltárására vonatkozó szovjet tapasztalatokból [24] indultunk ki. A laboratóriumi és az előzetes félüzemi kísérletek alapján a VAMI kísérleti üzemében (LOZ), *Leningrádban* került sor a műszaki gazdasági értékelés alapjául szolgáló technológia kidolgozására 200 tonna Almásfüzitőről szállított salak feldolgozásával.

4. táblázat

A zsugorítási kísérlet mintáinak kémiai összetétele, %

Minta száma	Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	TiO_2	Fe_2O_3	Fe_2O_3	FeO	Fe	V_2O_5	P_2O_5	MnO_2	Izz.v.	SO_3
1.	10,7	13,0	11,1	24,9	3,0	3,5	6,2	2,4	3,2	0,2	0,03	0,31	0,25	27,3	0,9
2.	13,8	15,5	13,7	29,0	2,2	4,0	7,7	4,3	2,9	0,1	0,05	0,36	0,34	11,7	1,0
3.	14,1	16,1	14,7	31,1	2,0	4,0	9,1	5,0	3,5	0,1	0,08	0,36	0,34	12,1	0,7
4.	14,8	18,4	15,1	33,0	2,0	4,4	8,9	7,0	1,5	0,1	0,06	0,39	0,34	11,2	1,1
5.	13,7	16,6	15,5	33,6	2,6	4,4	8,6	8,2	0,2	0,1	0,0	0,42	0,34	6,1	1,1
6.	14,8	17,8	15,4	33,6	2,8	4,9	8,9	8,4	0,3	0,1	0,03	0,40	0,42	6,2	1,1
7.	3,3	6,4	18,4	43,4	2,6	5,7	11,6	8,6	2,5	0,1	0,08	0,31	0,48	10,2	0,4
8.	2,8	5,9	20,3	45,4	2,6	5,9	12,4	12,2	0,0	0,1	0,11	0,45	0,48	6,8	0,2
9.	2,7	3,3	21,4	47,0	2,6	6,0	11,8	11,6	0,0	0,1	0,12	0,48	0,52	4,5	0,2

A minták megnevezése: 1. granulátum. 2. anyag a kemencéből, 6 m távolságban. 3. Anyag a kemencéből, 8 m távolságban. 4. Anyag a kemencéből, 10 m távolságban. 5. Anyag a kemencéből, 12 m távolságban. 6. Zsugorítmány hűtőből. 7. A 10 m távolságban vett anyag standard kilúgzással nyert iszapja. 8. A 12 m távolságban vett anyag standard kilúgzással nyert iszapja. 9. Iszap a kilúgzás után a malomból.



9. ábra. A vörösiszap redukálásával előállított salak szóda-meszes zsugorításakor a leningrádi kísérleti üzem (LOZ) kemencéjében lejátszódó fázisváltozások. (A salakminták röntgendiffraktogramja)

A zsugorítás technológiai folyamatát a kemencékből vett minták röntgen-vizsgálatával kísértük figyelemmel.

A minták röntgendiffraktogramját a *9. ábrán*, kémiai összetételüket a *4. táblázatban* tüntettük fel.

A 9. ábrán feltüntettük a forgó kemencében a mintavétel helyén mért hőmérsékletet is. Megállapítható, hogy a zsugorítás folyamán a salakban a $\beta-C_2S$ (Ca_2SiO_4) és az $Na_2Al_2O_4$ képződése már viszonylag kis hőmérsékleten megkezdődik, a 6 m távolságban vett mintában (950 °C) már a $\beta-C_2S$ az uralkodó fázis, bár a nefelin egy része mind ebben, mind a 3. mintában (1010 °C) még változatlanul maradt.

A 4. és 5. (1080, ill. 1160 °C), valamint a 6. mitában nefelin már nem mutatható ki, a minták $\beta-C_2S$, $Na_2Al_2O_4$ és perovszkit fázisokból állnak. A 4. és 5. minta kilúgzásakor képződött iszapok összetételét mutatja a 7. és 8. minta. Ezekben a $\beta-C_2S$ mellett perovszkit és az alumínium-oxid veszteséget okozó jelentős mennyiségű C_2AS (trikalciumalumoszilikát) mutatható ki, amely másodlagos reakció eredményeként képződhetett. A 9. minta $\beta-C_2S$-ből és perovszkitből áll. Az $Na_2Al_2O_4$ oldódása teljes volt. Az Al_2O_3-kihozatal a 7., 8. és 9. mintából rendre 71,7%, 75,3% és 86,6%. Utóbbi a félüzemi kísérlet adott szakaszának átlagos eredményét mutatja.

A vörösiszap rögösítésekor képződött salak zsugorítása tehát a nefelines ércek zsugorításakor szokásos 1250—1320 °C hőmérséklettel szemben már 1150—1200 °C hőmérsékleten megvalósítható lenne. Ezt a salak üveges szerkezete miatt fennálló nagyobb reakcióképessége magyarázza. A kisebb hőmérsékleten keletkező dikalcium-szilikát oldhatósága azonban a kilúgzó oldatban nagyobb, és ez a Ca—Al-szilikát alakban Al_2O_3 veszteséget okoz (9. ábra, 7., 8. minta). A salak nefelin tartalmának teljes átalakulásához szintén 1250—1300 °C hőmérséklet szükséges, ezért iparilag ezen munkahőmérséklettel kell számolnunk.

A salakzsugorítási technológia nagyüzemben megvalósítható folyamata és főbb paraméterei a kísérleti üzemi adatok és a nagyüzemek tapasztalati adatainak, tehát a kísérleti adatokkal meghatározott léptékhatás figyelembevételével a következő:

A salakot és a mészkövet szóda-oldatban külön megőröljük, majd az elegy összeállításához a

$$\frac{CaO}{SiO_2+0{,}5TiO_2}=2{,}0\pm0{,}03 \quad \text{és}$$

$$\frac{Na_2O}{Al_2O_3+Fe_2O_3}=0{,}96\pm0{,}03$$

mólarányokat vesszük figyelembe. A zsugorítás hőmérséklete 1250 ± 10 °C. A zsugorítmány kétlépcsős kilúgzásának első lépcsőjében forgócsöves kilúgzót használva, az 50 perces kilúgzási idő alatt 80% Al_2O_3 és 78% Na_2O-kihozatal érhető el, míg a második lépcső után, amelyet rudas-malomban 8 perc alatt valósítunk meg, a kihozatali értékek 84%-ot (Al_2O_3)ra), ill. 85%-ot (Na_2O-ra) érnek el. Az iszap szalagszűrőn jól szűrhető; 0,6 t/m³ óra teljesítménnyel lehet számolni. A kilúgozással nyert oldatot → a szovjet javaslat szerint — külön kovasavtalanítjuk és keverjük ki, hogy a bepárás után a szulfátsók elkülöníthetők legyenek, és a Bayer-ágat ne szennyezzék. A nyersanyag és a tüzelőanyag kéntartalmának 70%-a ugyanis az aluminátlúgba kerül. A tömény aluminátlúgot a szulfátsó kiválasztása után a Bayer-ág feltárásába vezetjük. A 95% Na_2SO_4-tartalmú szulfátsó közvetlenül értékesíthető, míg az iszap cementgyártásra használható fel.

5. táblázat

Fajlagos adatok 1 tonna pirogén timföldre

Salak	4,00 tonna
Mészkő	3,45 tonna
Szóda 99%-os	0,685 tonna
Gőz, 4,5 ata	1,8 Gcal 320 °C, 742 kcal/kg
Fűtőolaj	0,45 tonna 9500 kcal/kg
Elektromos energia	800 kWó
Ipari víz	13 m³
Szűrőszövet	0,25 m² (kapron)
Golyók és rudak	0,013 tonna (malomtöltet)
Szulfát 95%-os (száraz)	0,133 tonna (tap. nedv.4%)
Iszap (száraz)	4,15 tonna

Természetesen — műszaki és gazdasági megfontolások alapján — a kovasavtalanítás és a kikeverés a Bayer-ágban is megvalósítható, ebben az esetben azonban a szulfátot szódával együtt kell eltávolítanunk.

Az 1 t pirogén timföldre vonatkoztatott fajlagos adatokat — a nyersanyag előkészítés veszteségeit figyelmen kívül hagyva — és 29,3% Al_2O_3; 10,7% Na_2O és 9,0% CaO-tartalmú kiinduló salakkal számolva a VAMI adatai alapján az *5. táblázatban* mutatjuk be.

A másodlagos iszap feldolgozása cementté

A vörösiszap-salakok zsugorítása után visszamaradó iszap a nefelin iszaphoz hasonlóan cementgyártási félterméknek tekinthető, mert fő tömegét a dikalcium-szilikát képezi.

A VAMI kísérleti üzeméből származó iszap feldolgozására az előzetes laboratóriumi vizsgálatok után a *Szilikátipari Központi Kutató Intézet* 10 m-es forgókemencéjében került sor.

A félüzemi kísérletekhez 54% mészkő, 38% iszap és 8% homok bekeverésével állították elő a nyerslisztet. Az égetés során technológiai nehézség nem merült fel. Az első félüzemi kísérlet folyamán 580 kg klinkert állítottak elő. A klinkert 4% gipszkővel őrölték finomra. Az előállított kísérleti cement mindenben megfelelt az 500-as Portland cement márka előírásainak és szulfát korrózióval szemben ellenálló.

A Magyarországon kidolgozott komplex technológia továbbfejlesztésének irányai

Az előzőekben részletesen is ismertetett magyar eljárás sikeresen oldja meg a vörösiszap Na_2O-Al_2O_3- és Fe_2O_3-tartalmának kedvező hatásfokú hasznosítását. A gazdaságossági számítások és a nemzetközi téren elért eredmények figyelembevételével a technológia továbbfejlesztését elsősorban a közvetlenül értékesíthető, kereskedelmi mi-

nőségű nyersvas előállításával kívánjuk megvalósítani (a vasügytermelés helyett) úgy, hogy a gazdaságosság alapfeltételét biztosító Na_2O-visszanyerés hatásfoka se csökkenjen.

Az egyik változat szerint a vörösiszap szétolvasztását redukáló forgókemencéhez kapcsolt olvasztó berendezésben végezzük (pl. a Giulini-eljárásnak megfelelően), majd a lehűtött nefelin-típusú salakot szódával és mészkővel zsugorítjuk a már ismertetett módon.

Kutatásaink másik fő célkitűzése a műveleti egységek számának és így a beruházási költségeknek csökkentése. Ennek megfelelően olyan technológiát alakítottunk ki, amely szerint a külön hőkezelést igénylő zsugorítás helyett a nyersvastól elválasztott olvadt salak modifikálásával állítjuk elő a közvetlenül kilúgozható „zsugorítmányt" [25].

Összefoglalás

A bauxitkészletek egyenlőtlen eloszlása, a célszerű bauxitgazdálkodás, a vörösiszap tárolás nehézségei és a komplex technológiák megvalósításából népgazdasági szinten jelentkező igen számottevő előnyök már a közeljövőben indokolttá teszik a vörösiszap feldolgozó komplex eljárások nagyipari megvalósítását.

Bár a beruházási igények igen jelentősek, mégis alacsonyabbak, mint a termelő kapacitások iparáganként kiépítése esetén. Néhány eljárás megkutatottsága már elérte az ipari bevezetésre alkalmas színvonalat. Ezek közé tartozik a magyar módosított soros kombinált eljárás, a szovjet szétolvasztásos módszerek és a Giulini-eljárás.

A vörösiszap komplex hasznosítása nem egy iparág problémája, hanem több iparágat érint (vaskohászat, cementipar, timföldipar), ennek következtében a megoldás népgazdasági szintű feladat.

IRODALOM

[1] *Lecis, P.* és *Guidi, A.:* Pyrogenic Attack of Bauxite. Extractive Metallurgy of Aluminium. Vol. 1. Alumina. pp. 231—249. Intersci Publishers, John Willey Sons, New York, 1963.

[2] Method for Aluminium Oxide Production with Simultaneous Production of Portland Cement. POLSERVISE, Warszawa.

[3] *Zámbó, J.* és *Tóth, P.:* Kis modulusú bauxitok komplex feldolgozása. Fémipari Kutató Intézet Közleményei 7. 5—16. (1964)

[4] *Scott, T. R.:* The Recovery of Alumina from its Ores by a Sulfuric Acid Process. Extractive Metallurgy of Aluminium. Vol. 1. Alumina. pp 305—332.

[5] *Fetterman, J. W.:* Alumina Extraction from a Pennsylvania Diaspore Clay by an Aluminium Sulphate Process. Extractive Metallurgy of Aluminium. Vol. 1. Alumina. pp. 333—349.

[6] *Panomarjov, V. D.* és társai: 116775 sz. szovjet szabadalom (1958).

[7] *Ginsberg, H.* és *Wrigge,* Fr. W.: Tonerde und Aluminium I. Teil. Die Tonerde, pp. 82—127. Walter de Gruyter Co. Berlin, 1964.

[8] *Vosyka, J.:* Processing of Aluminium Ores with Heightened Content of Si and/or Fe. — Paper presented at a meeting of experts consulting on the aluminium industry in Vienna at UNIDO headquaters 10—17 November, 1967.

[9] *Dobos, Gy.:* Processing of Low Grade Bauxites: Technoligies and Economics. Study for UNIDO. Budapest, 1970.

[10] *Dobos, Gy.:* A Bayer-rendszerű timföldgyártási eljárás továbbfejlesztése az alumínium-oxid kihozatal növelése és a bauxit-vas-tartalmának hasznosítása céljából. Doktori értekezés. Budapest, 1966.

[11] *Miller, V. Ja.* és *Ivanov, A. J.:* Kompleksznoe iszpolzovanie krasznüh slamov. Cvet. met. 1963. No, 2., 45.

[12] *Visnyovszky, L.:* Vörösiszap kohósítása nyersvasra. Kohászati Lapok 97. 34. (1964).

[13] *Eremin, N. I.:* Investigations on the complex Processing of Bauxites. — Proc. 2nd Symp. ICSOBA Budapest, (1969), 3. Alumina p-p 329-335

[14] *Bücsin, A. J.* és *Kudinov, B. Z.:* Perszpektivü kompleksznoj metallurgicseszkoj pererabotki krasznüch slamov. Cvet. met. 1962. No. 2. 49.

[15] *Kudinov, Z. B.* és társai : Polupromüslennüe iszpütanija szchemü metallurgicseszkoj pererabotki krasznüch slamov vrascsajuscsichsz ja pecsach. Cvet. met. 1967. No. 1. 63.

[16] 1.204.811. sz. francia szabadalom.

[17] *Reisner, K.-H.:* Untersuchungen zur Nützung von Bayer-Rotschlamm. Vortrag: „50 Jahre Aluminiumoxyd und Aluminium in Lauta", 11—15. Nov.

[18] *Horváth, Gy.* és *Sztrókay, K.:* Magnetit és vasszivacs gyártása vörösiszapból. Kohászati Lapok 103. 193—199 (1970).

[19] Chemie-Ing.-Techn. 42. 1970. Nr. 20. 1238.

[20] 146 434 sz. magyar szabadalom (1958).

[21] *Leitner, J.:* A „C" jelű magyar vörösiszap és az ejpovicei ércelegy redukciós lágyulási tulajdonságai. Kutatási jelentés. Mnisek, 1965.

[22] *Nemecz, E.:* Kutatási jelentés Veszprémi Vegyipari Egyetem, Veszprém, 1966.

[23] *Coll Gomez-Trevijano, G.:* Rabricacion del acero al homo electrico sustutuyendo totalmente la chattara modulus Renn-Krupp. Trabajos del Instituto del Hierro y del Acero. 16. 276—283. (Madrid) 1963.

[24] *Kitler, J. N.* és *Lainer, Ju. A.:* Nefelinű kompleksznoe szür'e aljuminiegoj promüslemnoszti. Moszkva, 1962.

[25] Magyar szabadalmi bejelentés: F. 1629. 1971. ápr. 17.

ICSOBA MAGYARORSZÁG

INTERNATIONAL COMMITTEE FOR STUDIES OF BAUXITES AND ALUMINIUM-OXIDE-HYDROXIDES MAGYAR BIZOTTSÁGA

az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület keretében

Cím: OMBKE—ICSOBA, Budapest V., Szabadság tér 17. II. emelet • Telefon: 121-742 • Telex: 774

Alumíniumipari szakemberképzés a Veszprémi Vegyipari Egyetemen és az Egyetem ipari kapcsolatai*

Dr. PÉCHY LÁSZLÓ egyetemi tanár, tud. rektor h.
Veszprémi Vegyipari Egyetem

Egy fiatal műszaki egyetem tevékenységének eredményességét nemcsak azzal lehet lemérni, hogy a kikerülő mérnökeinek az elméleti és gyakorlati képzettsége milyen színvonalú, hogyan tudják azok megoldani a reájuk bízott feladatokat, illetőleg emberi magatartásukkal konstruktívan tudnak-e bekapcsolódni a munkaterületükön dolgozó közösségbe, hanem azzal is, hogy az egyetem a képzési profiljához tartozó üzemekkel, tervező- és kutató intézetekkel milyen kapcsolatot tudott és tud kiépíteni. Ezeken a kapcsolatokon keresztül kerülnek ugyanis az egyetem vérkeringésébe a való élet időszerű elméleti és gyakorlati problémái, amelyek megoldására irányuló kutatómunka rányomja bélyegét az oktatóinkban kialakuló tudományos, műszaki szemléletre, ami az egyetemen folyó mérnökképzés szempontjából természetesen meghatározó szerepet játszik.

Ilyen meggondolások alapján kívánom ismertetni ipari kapcsolatainkat, melyeket vegyészmérnökképzésünk javítása érdekében folyamatosan végeztünk és végzünk.

Azok számára, akik nem vagy csak kevéssé ismerik a Veszprémi Vegyipari Egyetemet, előljáróban röviden vázolom annak az útnak a fontosabb állomásait, amelyen át egyetemünk jelenlegi képzési keretei kialakultak.

Ismeretes, hogy a második világháború előtt hazánkban csak a Budapesti Műszaki Egyetemen képeztek vegyészmérnököket. A háborús károk újjáépítése után vegyiparunk kiemelt fejlesztéséhez szükséges vegyészmérnöki létszám a *Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karán* nem volt biztosítható, ezért az 1949. évi 22. törvény elrendelte, hogy *Veszprémben* a Budapesti Műszaki Egyetem keretében *Nehézvegyipari Kart* kell létesíteni, amely az 1951. évi 25. sz. törvényerejű rendelet alapján *Veszprémi Vegyipari Egyetem* elnevezéssel önálló egyetemmé lett.

Népgazdaságunk vegyészmérnök szükségletének fedezését jelenleg tehát — két egymástól jól elkülöníthető képzési területre bontva — a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Kara, és a Veszprémi Vegyipari Egyetem szolgálja. *Budapesten* a vegyiparnak a *biológiai és szerves szakterületére*, *Veszprémben* pedig a vegyiparnak az úgynevezett *nehézvegyipari szak* területére képeznek vegyészmérnököket.

Kezdetben a vegyészmérnökképzés alapismereteinek elsajátítátsa után a 4. és 5. évben az ipar becsült igényei alapján megosztva igen erősen szakosított oktatásban részesültek hallgatóink szervetlen kémiai technológia, szilikátkémiai, elektrokémiai technológia, illetőleg ásványolajfeldolgozó ipari és szénfeldolgozó ipari területeknek megfelelően.

Hazai adottságaink mellett ez a túlzottan szakosított képzés nem felelt meg a reális követelményeknek, mivel hallgatóink gyakran nem tudtak a speciális képzésüknek megfelelő munkaterületeken elhelyezkedni. Az 1955-ben bevezetett új tanterv ezért az ágazati tárgyak volumenének csökkentése mellett a hallgatóság teljes egésze számára az egyetemünk oktatási profiljához tartozó technológiai ismeretek szélesebb körű oktatását valósította meg. 1957 óta a vegyészmérnökképzés szervetlen technológiai, szilikátkémiai, illetőleg ásványolaj- és széntechnológiai ágazatokra tagozódott. Megemlítendő, hogy vegyiparunk szénhidrogén bázison való fejlesztésének megfelelően az ásványolaj- és széntechnológia oktatása mellett a petrolkémiai technológia oktatása egyre fontosabb szerephez jutott, ezért az ágazat elnevezését petrolkémiai ágazatra változtattuk. Ezeknek az ágazatoknak a programjai csak a 7., 8., 9. és 10. félévben hallgatott szaktárgyakban, a diplomamunka témájában, valamint az üzemi gyakorlatok helyében különböznek egymástól. A szaktárgyak kivételével az egyes ágazatok együtt hallgatják a 4. és 5. évben is az általános vegyészmérnökképzés egyéb szükséges tantárgyait.

A felsorolt ágazatok az elmúlt 10 év folyamán radiokémiai-, illetőleg folyamatszabályozási ágazattal bővültek, és a folyó tanévtől kezdve megindítottuk a vegyipari rendszermérnöki ágazatot is, amelyet a későbbiek során önálló vegyipari rendszermérnöki szakként, az első évtől kezdve a többi ágazatoktól különböző program szerint kívánunk kialakítani a *Vegyipari Rendszertechnikai Intézet* felállításával párhuzamosan. Nem hagyhatjuk említés nélkül az 1962-ben végrehajtott oktatási reformot, amely inkább metodikai változtatásokat jelentett. Ezek azonban — mint a párhuzamosan oktatott tárgyak számának csökkentése, a koncentráltan előadott tananyag szemináriumokon való újrafeldolgozása, a vizsgáknak a félévek végétől független egész évre való szétosztása, stb. — nem hozták meg a várt eredményt, de igen értékes tapasztalatokat szolgáltattak az előzőekben felsorolt ágazatokon jelenleg folyó képzés hatékonyabbá tételéhez.

Végzett vegyészmérnökeinknek nagyobb hányada üzemekben helyezkedik el, és csak kisebb részük dolgozik nagyobb elméleti felkészültséget igénylő tervező- és kutató intézetekben, vagy foglalkozik fejlesztési, általános irányítási és szervezési tevékenységgel. Azt hiszem ma már csak igen kevesen vitatják azt, hogy — néhány jól bevált külföldi képzési formához hasonlóan — korszerű mérnökképzésünkben ennek a leendő munkakörök szempontjából való differenciáltságnak kifejezésre kell jutni. Ilyen célkitűzésekkel két évvel ezelőtt a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karával párhuzamosan indítottuk meg a kétfokozatú vegyészmérnökképzést, amelyben az első három év után üzemmérnöki oklevelet kapnak hallgatóink, a továbbtanulók újabb két év után — a jelenlegi 5 éves képzésnek megfelelően — okleveles vegyészmérnökök lesznek. Szándékunk a III. fokozat megszervezése is, amely az okleveles vegyészmérnököknek vagy közvetlenül oklevelük megszerzése, vagy hosszabb-rövidebb gyakorlati idő után lehetőséget biztosít a doktori dolgozat egyetemi keretek között történő kidolgozására, és az egyetemi doktori cím megszerzésére.

A mérnöktovábbképzésnek egyetemünk teljes profiljára való kiterjesztésével kapcsolatban felvetem az *alumíniumipari szakmérnökképzés* megszervezésének lehetőségét, ennek keretében az iparág vezetőivel kialakított tematika szerint a legismertebb hazai, illetőleg esetleg külföldi előadók bevonásával két éven át tartó, félévenként kétszer egyhetes előadások és konzultációk segítségével történhetne — az egyéb területeken eddig már jól bevált — szakmérnökképzés az egész alumíniumipar számára. A szakmérnöki tanfolyamok hallgatóinak

* Az ICSOBA Magyar Bizottsága II. teljes ülésén elhangzott előadás kivonata.

természetesen a megfelelő szintű tanulmányi eredmény elérése esetén lehetőségük nyílna, hogy a szakmérnöki oklevél megszervezésével egyidőben — a rendeletnek megfelelően — doktori szigorlatot is tehessenek. A szakmérnökképzés keretében biztosítható az, hogy az egyetemi oklevéllel rendelkező résztvevők — legyenek azok bányász-, gépész-, vegyész vagy kohómérnökök — megismerjék az iparág teljes vertikalitásának eljárásait, megoldandó problémáit. Ez talán úgy is fogalmazható, hogy elsajátítsák az iparág közös gondolkodási módját, vagy megtanulják azt a közös nyelvet, amelynek segítségével az iparágon belül megértik a különböző munkaterületeken felvetődő problémákat és nehézségeket, eredményesebben tudnak közreműködni a több munkaterületet érintő átfogó kérdések gyors megoldásában és a különböző feladatok realizálásában, ami nélkül ma már egy iparág koncepciózus fejlesztése szinte elképzelhetetlen.

Az előzőekhez szorosan kapcsolódnak a *Veszprémi Vegyipari Egyetem ipari kapcsolatai*, kiemelve természetesen azokat a témákat, amelyek elsősorban az alumíniumipar érdeklődési köréhez tartoznak, a bauxittól kiindulva egészen az alumíniumból készült szerkezeti anyagok korrózióvédelméig.

A *Szilikátkémiai tanszék* a *Dunántúli Földtani Kutató- és Fúró Vállalat* megbízásából vizsgálta dunántúli bauxit területek (pl. Fenyőfő) mélyfúrási anyagainak kémiai és főként ásványtani összetételét.

Az *Általános és Szervetlen kémiai* tanszék a *Fémipari Kutató Intézet* munkájához kapcsolódva és azzal együttműködve módszert dolgozott ki bauxitok és vörösiszapok infravörös spektrofotometriás fáziselemzésére [1].

Különböző mennyiségű alumíniummal helyettesített goethiteket állítottak elő, és vizsgálták az alumíniumhelyettesítés hatását a geothitek kémiai és fizikai sajátságaira [2, 3, 4]. Hidrotermális öregítéssel böhmitet és diaszport állítottak elő az Al_2O_3—Fe_2O_3—H_2O és Al_2O_3—Cr_2O_3—H_2O rendszerben. Megállapították, hogy a vas nem képes beépülni a böhmit és a diaszpor rácsába, de képződésüket ugyanakkor elősegíti, katalizálja. A króm kristályosodási inhibitor ezekben a rendszerekben.

E témakörhöz tartoznak az *Ásványtan Tanszéknek* azok a kutatásai is, amelyekkel a goethit és az Al-goethit termikus tulajdonságait tanulmányozták röntgendiffrakciós módszerrel.

Igen jelentősek egyetemünk Ásványtan Tanszékének azok a kutatásai, melyeket a bauxitok és vörösiszapok komplex feldolgozása és hasznosítása [5], valamint a timföldgyártási folyamatok és termékek röntgendiffraktométeres vizsgálata során [6, 7] a Fémipari Kutató Intézet megbízásából végzett.

Az elméleti timföld kihozatalt gátló problémák kutatása című témakörben végzett munkáik eredményeképpen megállapították, hogy egyes telepekről származó bauxitokban korund ásvány mutatható ki.

Az *Ásványolaj- és Széntechnológiai Tanszék* a Fémipari Kutató Intézet felkérésére szintén résztvett a vörösiszap komplex hasznosítására irányuló kutatásokban. A vörösiszapból reduktív úton előállított salakok forgókemencében való viselkedését részben a hevítőmikroszkóp nyújtotta vizuális módszerrel, részben a salak olvadási tulajdonságait reprezentáló olvadási görbe felvétele alapján tanulmányozta [8, 9].

Az Ásványolaj- és Széntechnológia Tanszéken ezenkívül foglalkoztak vörösiszapból gáztisztító massza előállításával is.

Itt kell megemlékezni azokról a kísérletekről is, amelyeket a *MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézet* munkatársai korábban a szervetlen Kémiai Technológia Tanszéken végeztek a bauxitok fluidizációs úton való pirogén feltárására. A Kémiai Technológia Tanszék az aluminátlúg gallium tartalmának kinyerésére kidolgozott technológiai eljárással, a nagyszámú üzemi kísérlet elvégzésével a *hazai gallium gyártásban* játszott fontos szerepet. Foglalkoztak a gázok habkolonnával történő tisztításával is. A kalcináló kemence véggázainak portartalmát sikerült csaknem teljesen eltávolítani. Az *Ajkai Timföldgyárban* felállított félüzemi berendezésükben nemcsak a véggázok portartalmát tudták az előírt szint alá csökkenteni, hanem a gázok hőtartalmának mintegy 20%-át hasznosították forró víz előállítására.

Az említett gyárral karöltve végzett jelenlegi kísérleteik az aluminát-lúg megbontásának vizsgálatára irányulnak. A kidolgozott habkolonnás módszer egyszerű, folyamatos és könnyen automatizálható.

A Tanszéken szerkesztett, szabályozható feszültségű egyenirányítóval felszerelt ún. „háromrétegű" alumínium raffináló káddal végzett kísérletek alapján nemcsak az elektrolit utánpótlás intervallumának növelésére törekszenek, hanem az előállított alumínium tisztaságát is fokozni kívánják.

Bekapcsolódott a tanszék azokba a munkákba is, melyeket a *Tatabányai Szénbányászati Tröszt* vegyipari részlege folytat többek között a szén melléktermékeiből való timföld előállítása céljából.

Az Ásványtan tanszék a timföldgyártási folyamatok és termékek röntgen-termikus vizsgálatával meghatározta a timföld hidrát dehidratálódásának sebességét különböző hőmérsékleten az idő függvényében.

Az *Analitikai Kémiai Tanszék* az *Almásfüzitői Timföldgyár* megbízásából különbözőképpen kikevert timföldminták elektronmikroszkópos vizsgálatát végezte el. Az *Ajkai Timföldgyár* részére automatikus elemző készüléket fejlesztett ki az aluminát-lúg összetételének folyamatos ellenőrzésére (1968—70). A kifejlesztett készülék — mely nagyfrekvenciás mérési elven működik — alkalmas az aluminátlúg nátrium-oxid tartalmának folyamatos mérésére.

Egyetemünk *Szilikátkémiai Tanszéke* tisztázta a *Magyaróvári Műkorund és Timföldgyárral* karöltve a timföld tulajdonságai és a belőlük gyártott műkörund minősége közötti összefüggéseket, elsősorban a korund alapú csiszolóanyagok gyártástechnológiájának fejlesztése szempontjából.

Ugyanezen a tanszéken jelenleg is folyamatban vannak azok a kutatások, melyeket az alumínium elektrolizáló kádak szerkezeti anyagainak hazai előállítására folytatnak, szénhelyettesítő bélésanyag kidolgozása végett. A tanszék kidolgozta a szilíciumnitrid kötésű SiC előállítását. Kísérletei alapján a Magnezitipari Művekben már gyártják az alumíniumipar szükséglete szerinti nagyságú és méretű idomokat, melyek az *Inotai Alumíniumkohó* elektrolizáló kádjaiba már néhány éve beépítést nyertek és azóta is igen kedvező eredményt adnak.

A szilícium-nitrid kötésű SiC bélésanyag alkalmazásakor azonban felmerül az áram elvezetésének a problémája. Ezért olyan szerkezeti anyagot kellett keresni, amely kitűnő villamosvezető és amelyet az olvadt alumínium jól nedvesít. A Szilikátkémiai tanszék erre a célra kidolgozta a TiB_2 előállítását. A kísérleti gyártás a Magnezitipari Művekben folyamatban van.

A Vegyipari Műveleti Tanszék egyik adjunktusa korábban résztvett az Ajkai Timföldgyár automatizálását előkészítő és realizáló munkákban. E területen a tanszék ma is kapcsolatot tart fenn az említett üzemmel.

A Fizikai Kémiai Tanszék a kóboráramok vizsgálata c. kutatási témájában foglalkozott az egyen- és váltóáramoknak az alumínium, valamint egyéb, fémek korróziójára kifejtett hatásával, valamint a szerkezeti anyagok kromátozásának, foszfátozásának a kromát és foszfátréteg együttes alkalmazásának vizsgálatával.

Az üzemek korszerűsítésével kapcsolatban figyelmet érdemelnek a *Géptan Tanszéknek* a pneumatikus szállítással és lúgbepárló-teleppel kapcsolatos munkái. Az előbbit fluidizációs elvek alkalmazásával kívánják megoldani.

Itt kell megemlíteni azokat a kutatásokat is, amelyek az alumínium szerkezeti anyag felületi előkészítése, korrózióvédelme és elektrokémiai tulajdonságainak vizsgálata terén folytak. A Radiokémiai tanszék a fémek (elsősorban Al és vas) kémiai felület kezelésének, a korrózió védőréteg kialakulásának radioaktív izotópok segítségével való mérését dolgozta ki. A C—14 radioaktív izotóp alkalmazásával megoldották ezenkívül a fémfelületek zsírtalanításának ellenőrzését is.

Az ismertetésből megállapítható, hogy egyetemünk rendelkezik olyan szellemi és műszerezettségi kapacitással, amely célszerű összpontosítás esetén eredményes

megoldásokat produkálhat mindazokban a problémákban, amelyek az alumíniumipar területén akár hazánkban, akár más külföldi országokban felvetődhetnek.

A Veszprémi Vegyipari Egyetem természetesen nemcsak az alumíniumiparral, hanem a vegyipar egyéb ágaival is igen értékes kutatási együttműködést alakított ki. Ilyenek: a korszerű műszeres analitika területén kidolgozott módszerek, adszorpciós és abszorpciós mérések, katalizátor vizsgálatok, gőz-folyadék egyensúlyi összetételek meghatározása a legkülönbözőbb hőmérséklet és nyomástartományokban, a reaktortechnika, fázisok közötti anyagátadás, valamint a vegyipari optimalizálás területén végzett munkálatok, továbbá a pigment kutatás, vegyipari szennyvizek tisztítása, többfokozatú motorolajok gyártásához szükséges kenőolaj adalékok előállítása, tűzálló anyagok, különböző zománcok, cementek vizsgálata, szénhidrogén elegyek vegyipari nyersanyagként való felhasználásra vonatkozó kutatásaink, automatizálási kérdések megoldása, szabályzószelepekkel kapcsolatos kérdések.

Az egyetemi oktató- és kutatómunka ismertetése nem lenne teljes, ha nem hívnám fel a figyelmet könyvtár szolgálatunkra. A közel 50 ezer kötetes könyvtárunk és a közel 1000 rendszeresen járó időszaki kiadványból álló folyóirat gyűjteményünk eredményesen szolgálhatná, illetőleg bekapcsolódhatna a Magyar Alumíniumipari Tröszt információs szolgálatába. Könyvtárunk az országos könyvtár hálózat egyik bázisaként a múlthoz képest igen gyorsan meg tudja adni úgyszólván az egész világ minden részén megjelenő könyvek, egyéb kiadványokban szereplő cikkek másolatát, beleértve a különböző szabadalmakat is. A gépi témafigyeléssel az üzemek megtakaríthatják azt a fáradságos és időigényes munkát, amit a referáló folyóiratok folyamatos átolvasására kell fordítanunk. Számos üzem, kutató intézet és egyetem veszi figyelembe ezeket a szolgáltatásainkat, mivel költségük oly csekély, hogy a feleslegessé váló referáló folyóiratokra fordított előfizetési díjnak gyakorlatilag egy kis hányadával fedezhető.

A fiatal Veszprémi Vegyipari Egyetem oktatóitól nagyon sok lelkesedést, fáradságot és szinte akadályt nem ismerő energia-befektetést igényelt az a tevékenység, melynek eredményeként az egyetem ipari kapcsolatairól, közelebbről az alumíniumiparral való kapcsolatairól be lehetett számolni. Az elért eredmények mind az ipar, mind az egyetem vezetőit feljogosítják arra a reményre, hogy ezeket a kapcsolatokat a kutatás, a mérnöktovábbképzés, a műszaki információs szolgálat kiépítése területén tovább lehet fejleszteni.

IRODALOM

[1] *Jónás, K., Solymár, K.:* Determination of the mineral composition of bauxites by infrared spectrophotometry. Acta Chim. Acad Sci. Hung. Tom 66 (1) pp 1—11 (1970).

[2] *Jónás, K., Solymár, K.:* Preparation, X-ray, derivatographic and infrared study of aluminium — substituted goethites. Acta Chim. Acad. Sci. Hung. Tom. 66 (4) pp. 383—394 (1970)

[3] *Jónás, K., Solymár, K.:* The study of the isomorphous substitution by thermoanalytical method on synthetic alumo-goethite model. Proceedings of the 3-rd Analytical Conf. 24—29 Aug. 1970. Budapest pp. 393—399.

[4] *Jónás, K., Solymár, K.:* A goethit rácsába beépült Al-tartalom vizsgálata és jelentősége a magyar bauxitokban. BKL Kohászat 104. pp 226—235 (1971)

[5] *Dobos Gy.: Nemecz, E., Solymár, K.: Elek, S.:* Phase transformation in the complex processing of red mud. Acta Chim. Acad. Sci. Hung. Tom. 50. pp 427—455 (1966)

[6] *Nemecz, E., Solymár, K., Elek, S.:* A Bayer rendszerű timföldgyártás során keletkező nátrium- és kalcium-alumínium-szilíkátokról.

[7] *Nemecz, E., Solymár, K., Elek, S.:* Über die Natrium und Kalzium-Aluminium-Silikate bei der Aluminium oxid-Erzengung nach Bayer.
Freiberger Forschungshefte, Heft B 138 pp 31—46.

[8] *Shultheisz, Z., Solymár, K., Sági, M.:* Kennzeichnung der nach dem Krupp-Rennverfahren gewonnenen Rotschlammschlacken mit Hilfe des Erhitzungsmikroskops. Freiberger Forschungshefte, Heft B 113. pp 105—122. (1967)

[9] *Schultheisz, Z., Sági, M., Solymár, K.:* Vörösiszapból előállított Krupp-Renn-salakok minősítése hevítőmikroszkóppal. Kohászati Lapok 100 pp. 322—329. (1967)

Hozzászólások

Dr. Korányi György főosztályvezető (Nehézipari Minisztérium)

„Engedjék meg, hogy a NIM nevében elismerésemet fejezzem ki az IMB-nek ezért a színvonalas, értékes előadássorozatért és a rendezésért.

Azért jöttem el erre a konferenciára, mert érdekelt a magyar alumíniumipari szakemberek képzése és továbbképzése. Módom volt ismét meggyőződnöm arról, hogy ezen a téren semmiféle komoly problémánk nincs. A felvetett problémák, a fejlődés problémái, amit nagy örömmel üdvözlök. A NIM pár évvel ezelőtt felmérést végzett az egész vertikumnál, az egyetemekről kikerült egyének felkészültségi fokával, és a felvevő üzemek megelégedésével kapcsolatosan. Megállapítást nyert, hogy az üzemek, vállalatok, intézmények vezetői a legteljesebb mértékben meg vannak elégedve a friss diplomával rendelkező szakemberekkel, ami nagy megelégedésünkre szolgál, mert ez azt jelenti, hogy oktatásunk helyes irányban folyik. Az egyik előadásban elhangzott a kétlépcsős oktatás kérdése is, ami szerintünk egy olyan reform és korszerűsítés, ami célunk lehet.

A probléma az, hogy egyre nyílik az olló a legfelsőbb fokon képzettek és a legalacsonyabb fokon képzettek között. A NIM területén jelenleg 205 ezer fizikai dolgozó van, ebből a 8 általános iskolát nem végezte el 40% (80 ezer fő), ebből 47 ezer olyan, aki 45 év alatti. Ezeknek általában még a 6 általános iskolai végzettsége sincs meg. Ezen a területen még nagyon sok tennivalónk van, mert ez nehezíti mérnökeink munkáját is. Ha tehát meg vagyunk elégedve mérnök-képzésünkkel, nem szabad elmennünk szó nélkül ezen kérdés mellett sem. Ez azonban nem jelenti azt, hogy mérnökeink képzésében semmi tennivaló nincs. Nehezményezem, hogy mérnökeink javarésze, aki kikerül az egyetemekről nyelvet vagy egyáltalán, vagy csak éppen hogy tud (fordítani, olvasni, írni esetleg igen, de beszélni nem).

Számos problémát, felvetést tudnék itt a konferencián még tenni, de erre sem időnk, sem lehetőségünk nincsen. Ezért mégegyszer megköszönöm a rendező bizottságnak ezt az érdekes előadássorozatot, amit nyilván nem kis munkával és energiával hoztak létre."

Kanizsai József igazgató((Bakonyi Bauxitbánya V.)

„*Szennay* vezérigazgatóhelyettes elvtárs előadásában komplexen értékelte az alumíniumiparban foglalkoztatott mérnökök továbbképzésének problémáit. Kapcsolódom a korreferátumhoz és szeretném a felmerült problémákat néhány konkrét tapasztalattal és javaslattal alátámasztani, különös tekintettel a bauxitbányászatra. Az alumíniumipar, ebből következően a bauxitbányászat viszonylag fiatal iparág. A kialakult mérnöki képzés — legyen az bányaművelő, bányagépész stb. — érthető módon a szénbányászat tapasztalatainak tudományos feldolgozása, tananyaggá való rendszerezése, és ezen az alapon létrejött felsőfokú oktatási rendszerben történik.

Az alumíniumipar népgazdasági jelentősége ismeretes, a műszaki technikai fejlődés szembetűnő úgy a bányászatban, mint a feldolgozásban.

A bányászati műszaki alapképzés azonban az előbb említett ok miatt nem éri el a kívánt mértéket. Például a *Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán* azonos súllyal foglalkoznak a mecseki, tatai, dorogi, középdunántúli, borsodi szén és lignit előfordulások művelési problémáival, a bauxitbányászattal egyáltalán nem. A bányagazdaságtani szakkönyvek a kétségtelenül sok és fontos általános ismeretanyag mellett a bauxitbányászatnak mindössze egy-két oldalt szentelnek. Ez a probléma alapja.

Kezdő fiatal mérnökeink feladata kettős. Először nem a továbbképzésük, hanem a bauxitbányászat sajátosságainak megismerése a problémájuk. Ezt az üzemi, vállalati szakemberek segítségével több-kevesebb idő alatt megoldják. Továbbképzésük azonban már nehézségekbe ütközik, mert nincs tudományosan kidolgozott tananyag, szakirodalom, a *Mérnöki Továbbképző Intézet* anyaga is a korábbi művelési rendszerekhez, elsősorban a szénbányászathoz igazodik. Új ismeretet szereznek a vállalatoknál, bekapcsolódnak a műszaki technológiai fejlődésbe, de ezzel csak a szinten tartást érjük el.

A beszámoló utalt azokra az erőfeszítésekre, melyek iparági és vállalati szinten történtek, azonban ez kevés. Rendkívül fontos és sürgős a szakminisztériumok intézkedése.

Az intézményes intézkedés szükségessége és sürgőssége mellett azonban megoldandó a vidékiek hátrányos helyzete is. Legalábbis számolni kell vele.

Gondolok itt az utazás, távolság problémáira, melyek a vállalatok maximális segítőkészsége ellenére is gondot okoznak.

Ez azt jelenti például, hogy a továbbképző tanfolyamok ne Budapesten, hanem az érintett területen legyenek.

Az idegen nyelv tanulásának lehetősége és jelentősége szintén ellentmond egymásnak. A vidéki nyelvtanítás alapja a középiskolák nyelvtanárai és az intenzív nyelvoktatás igényeinek nem megfelelő a felszereltség. Ez nem biztosítja a tárgyalóképes nyelvtudás szintet. Ezen a vállalati összefogás nem sokat segít. Eddigi tapasztalatunk az, hogy az átlagos nyelvoktatás két év alatt a minimális beszélgetési készséget is alig biztosítja.

Javasoljuk, hogy központilag szervezett, bentlakásos, a *Közgazgaságtudományi Egyetemhez* hasonló laboratóriumban gondoskodjunk a nyelvi képzésről.

A műszaki továbbképzés egy másik oldalával is szeretnék néhány szóval foglalkozni. Messzemenően egyetértek a műszaki területen dolgozók közgazdasági képzésével. A beszámoló e témával részletesen foglalkozott, azonban a megalapozott gazdasági döntések és elemzések érdekében lehetőséget kell biztosítani a közgazdasági területen dolgozók műszaki alapismereteinek bővítésére, intézményes továbbképzésükre is.

A vállalati belső mechanizmus általános szervezetével, az üzemszervezés általános kérdéseivel felsőfokú tanintézményeink foglalkoznak. Az előadásból kitűnt, hogy a tudományos kutatók, előadók, és az üzemek kapcsolata nem elég szoros, így a konkrét és speciális üzemszervezési kérdésekről a fiatal szakemberek nem kapnak megfelelő tájékoztatást. E téren a képzés és továbbképzés rendkívül sürgős, mert ez gazdasági életünk egyik legfontosabb kérdése.

Jelenleg megjelenő információs kiadványaink, tájékoztatók, kevés bauxitbányászati témával foglalkoznak. Örömmel üdvözölnénk az *Alumíniumipari Tájékoztatási Központ* létrehozását, mely pótolná az eddigi hiányt.

Dr. Juhász Ádám igazgató (ALUTERV)

Az elhangzott előadások témaköréhez néhány gondolatot szeretnék hozzáfűzni, ami a tervező intézeti tapasztalatokon alapszik. Véleményem szerint a megalapozott mérnöki döntések közül a műszaki döntések a legfontosabbak. Ezt, úgyahogy az egyetemeken megtanulják a mérnökök. A műszaki ismereten kívül a mérnöki döntésekhez egy sor olyan ismeretre is szükség van azonban, amit az egyetemen csak rendkívül hiányosan kapnak meg. De ez legalább olyan súllyal jelentkezik, mint a műszaki döntések. A nyelvtanulásról beszélek. Az utóbbi években felvett mérnökök közül gyakorlatilag 1—2 fő van olyan aki olvasni tud egy, vagy legfeljebb két nyelven. Ez a különböző tárgyalásokhoz, külföldi műszaki tevékenységhez édeskevés. Meg kell mondanunk, hogy bár ismerjük az egyetemi hallgatók leterheltségét, azonban bármennyire túlterhelt egy fiatal mérnök-hallgató, még, mindig nagyobb energiával és kedvezőbb lehetőségekkel rendelkezik idővel, mint egy munkába állt fiatal szakember. Ezért kellene a nyelveket már az egyetemen elsajátítani.

A mérnöki döntések másik alapja az értékszemlélet, amelynek kialakításához alkalmazott közgazdasági tudomány elsajátítása szükséges. Ezt is az egyetemen kellene oktatni.

A mérnök túltermelés problémájával kapcsolatosan az a véleményem, hogy ez pillanatnyilag látszolag fennáll de ezt a kérdést úgy is lehet nézni, hogy a mérnöktermelés kedvező feltételek mellett a fokozott szellemi export lehetőséget teremti meg. A magyar mérnökszínvonal semmivel sem kisebb, mint a tőkés országok mérnökeinek tudásszínvonala.

Dr. Polinszky Károly miniszterhelyettes

Köszönetem fejezem ki, hogy módot és lehetőséget adtak arra, hogy a felső-oktatás helyzetét, gondjait megvitathassuk. Úgy érzem, hogy ezt a legilletékesebb helyen tettük. A vitát rendkívül hasznosnak tartom, azonban úgy érzem, hogy kevés az idő arra, hogy mindenki elmondhassa érveléseit, gondolatait. Ebben a témakörben szükséges volna egy újabb ilyen jellegű ankét, előadás-sorozat szervezése.

Mi is úgy véljük, hogy oktatási rendszerünkben komolyabb probléma nincsen. Természetesen akadnak még bajok, amin azonban egyszerű lenne segíteni. Nagyobb problémát okoz az alsó-oktatás kérdése. Ez az eltolódás jelentkezik a középfokú oktatás nem kellő megalapozottságában, továbbá a felsőoktatásnál is.

Ez évben* matematikából az írásbeli egyetemi felvételi vizsgán a dolgozatok 20%-a lett elégtelen, fizikából 30%, mindkettőből 25%. Ez sajnos, elég szomorú kép. Az alaptudományú tárgyakon kívül bizonyos fokig felmerülnek a mérnökökkel szemben mindazok az igények is, melyeket *Juhász* igazgató felsorolt.

Világos, hogy ezekre szükség van egy műszaki vezetőnek akár középszintű, akár felső, akár legfelső szintű legyen is az. De ez nem épülhet be a tananyagba, mert ez képtelenség. Itt segíthet a helyes szelektálás kérdése.

Dr. Nemecz Ernő egyetemi tanár, rektor (Veszprémi Vegyipari Egyetem)

Szíves tájékoztatásul bejelentem, hogy jelen ankét anyaga a *Kohászati Lapok*-ban kerül kiadásra.

Ezzel szeretném bezárni mai ankétunkat, mely szerintem is nívós, és érdekes volt. Remélem, hogy ilyen ankét rendezésére még számos alkalommal lesz módunk, mert Egyetemünk nagy megtiszteltetésnek tartja, hogy az IMB teljes ülésének otthont adhatott, és nagyon örültünk a résztvevők igen aktív közreműködésének és az egyetem felé megnyilvánuló elismerő véleményüket ezúton is köszönöm.

* 1971.

Színesfém külkereskedelmünk az NSZK-val 1971-ben

Hazánk színesfém külkereskedelmi forgalma az NSZK-ával 1971 évben az NSZK Statisztikai Hivatala külkereskedelmi adatai alapján az alábbi táblázatok szerint alakult: (1. és 2. táblázat)

Behozatalunk: *1. táblázat*

Árufajta	Mennyiség, t	Érték ezer NSZK márka
Ólom és ötv. ólomtömb	1903	1023
Finomított ötv. ólomtömb	800	404
Finomított ötv. réz	1964	933
Ötv. magnézium hulladék	1	1
Kobalt megmunkált	2	32
Alumíniumpor	37	27
Rézpor	109	110
Nikkelpor	5	36
Alumíniumrúd és profil	36	51
Alumíniumhuzal	100	56
Alumíniumlemez	81	56
Alumíniumcső	13	8
Ólom, rúd, profil és huzal	20	34
Réz rúd és profil	14	9
Ötv. réz rúd és profil	7	7
Ötv. rézhuzal 0,5 mm nagyobb ∅	253	137
Ötv. rézhuzal 0,5 mm ∅ alatti	101	117
Ötv. rézlemez, -szalag	1144	713
Rézcső egyenletes keresztmetszetű	424	421
Rézcső és üreges rúd egyenl. keresztmetszetű	425	431
Rézből csőelzáró és összekötő db.	12	91
Rézkábel	69	87
Ötv. nikkel rúd, profil és huzal	109	165
Ötv. nikkel lemez, tábla	787	785
Ötv. nikkel cső, üreges rúd	2	8
Cink, lemez, táblat, szalag	162	33
Ón rúd, profil és huzal	21	30
Összesen:	8601	5805

Kivitelünk: *2. táblázat*

Árufajta	Mennyiség, t	Érték ezer NSZK márka
Bauxit	76 523	1,807
Ólomérc	1 318	75
Mangánérc	92 236	688
Alumíniumsalak v. maradvány	1 497	39
Ólomsalak	2 120	93
Keménycink	8 137	593
80% alatti cink tart. hamu	12 332	346
80% feletti cink tart. hamu	666	34
Alumíniumtömb	3 890	802
Ötv. alumíniumtömb	3 395	438
Réz- és ötv. réztömb	4 664	1 230
Finomított réz (tömb stb.)	6 993	2 444
Finomított ötv. réz	898	186
Ötv. nikkel	400	152
Alumíniumhulladék (forgács stb.)	3 104	272
Alumíniumfólia hulladék	796	52
Egyéb alumíniumhulladék	29 367	4 202
Alumíniumsalak	9 200	860
Rézsalak	1 303	383
Ötv. rézhulladék	13 564	3 052
Nikkel hulladék	234	159
Ötv. nikkelhulladék	2 720	610
Cinkhulladék	880	42
Ónhulladék	52	33
Alumíniumlemez stb.	18 183	2 816
Ötv. rézlemez	104	25
Összesen:	294 576	21 433

(Metall 1972. 5. sz. 543—563. o.)

MOTIM Konferencia 1972.

Május 30—31-én zajlott le az *Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület*, a *Szilikátipari Tudományos Egyesület* és a MOTIM *(Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyár)* közös rendezvényeként az immár hagyományos MOTIM konferencia, melyen első nap 77, második nap 41 szakember vett részt az üvegipar, kemenceépítés és kohászat területéről.

A tudományos konferencia célját megnyitójában *Geiszbühl Mihály* műszaki ig. helyettes a Magyaróvári MTESZ titkára a következőkben foglalta össze: „meg kell teremtenünk az üveges, kohász és tűzállóanyaggyártó szakemberek folyamatos eszmecseréjét szervezetten és társadalmi rendezvényeken. Szorosabbá kell fűznünk a belföldi szakemberek személyi kapcsolatait és módot kell nyújtanunk, hogy ilyen kapcsolatok külföldi és magyar szakemberek között minél nagyobb számban létrejöjjenek."

Miután az 1972. évi konferencia technikai okokból az előző évitől eltérően csak magyar nyelven folyt, azon csak magyarul is értő külföldi vendégek és előadók vettek részt. A konferencia elnöki tisztét *Romvalter Alfréd* kohómérnök, a *Fémipari Kutató Intézet* főmunkatársa nagy hozzáértéssel látta el.

Az egyes előadások rövid tartalma a következő:

Gelnar Stanislav (Skloplast, Trnava): Az E-üveg összetétele, a szálhúzást befolyásoló egyik lényeges tényező

Az E-üveg előírt és több éven át megfigyelt összetételét összehasonlítva a szálhúzás termelékenységével megállapítható volt, hogy az üvegben levő SiO_2/RO és Al_2O_3/B_2O_3 arány változása, valamint a szálhúzás tényleges teljesítménye közt szignifikáns összefüggés áll fenn. Ha a SiO_2/RO az Al_2O_3/B_2O_3 arány értékei egymáshoz közel vannak és 1—1,1 körüli értékűek akkor a szálhúzás teljesítménye maximális, míg ezen arányértékek egymástól való eltávolodása teljesítménycsökkenést eredményez. Pontosan meghatározhatók azok az értékek, melyeken belül még eredményesen lehet az E-üvegből szálat húzni. Ez a tartomány jóval kisebb, mint amit az eddig használt szabvány megengedett. Az olvasztáshoz eredetileg olvasztott kvarckövet használtak, de Korvisitre való áttérés kisebb kőelhasználódást és jobb üvegminőséget adott. Zirkosit beépítésétől ugyancsak a kád élettartamának meghosszabbítása várható.

Harrach Walter (MOTIM): Üvegolvasztó kemencék felfűtési sebességének kérdései

A korábbi évek hosszúra elnyújtott felfűtési időit ma már egyre gyorsabb felfűtések követik, melyeknél a legérzékenyebb kőtípus szabja meg a hőváltozás sebességét. Cél a tűzálló építőanyagok egyenletes tágulásának biztosítása. 800 C° alatt a szilika, felett a cirkonoxid alapú anyagokra kell különös figyelmet fordítani. Szovjet szerzők az üvegiparban eddig elért maximum 25 C°/óra felfűtési sebesség helyett laboratóriumi kísérletek alapján ezen érték többszörösét tartják megengedhetőnek. Ezen megállapítások üzemi alkalmazás előtt előadó véleménye szerint, még igen gondos átgondolást és kisüzemi előkísérleteket igényelnek.

Ács Tibor (MOTIM): Olvasztva öntött hőcserélők

Az égetett idomokból képzett hőcserélők élettartamát, a rájuk tapadó por és lecsapódó folyós fázisok erősen lerövidítik. A hőátbocsátásnak határt szabnak az

égetett idomok hőtani paraméterei. Fémrekuperátoroknál számos előny mellett hátrány az alacsonyabb alkalmazási hőmérséklet, mely járulékos problémaként még szulfátvegyületek kondenzálódását és korróziós jelenségeket is hozza magával. Az olvasztva öntött hőcserélőidomok nagyobb, üzemi hőmérsékletet, kisebb korróziót és az égetett idomoknál jobb hővezetést biztosítanak. Regeneratív rendszernél a hőlökésállóság közepes értéke hátrány, de a rekuperatív rendszernél fejlett kemenceépítési technikák az olvasztva öntött idomokat már jó eredménnyel alkalmazzák.

Horváth Tibor (MOTIM): Korvisit sínkövek ellenállása hőlökésekkel szemben különböző hőmérsékletváltozási sebességnél

Olvasztva öntött sínkövek tolókemencékben történő alkalmazásánál különös gonddal kell ügyelni a kemence hőmérsékletváltozásaira. Olvasztva öntött anyagok hőváltozási tűrésére különböző cégek, szerzők és egyéb források más-más adatokat közölnek. A *Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátipari Tanszékén* üzemi körülmények között vizsgálták Korvisit kövek hőlökésállóságát különböző felfűtési sebességeknél. A kapott számok jobbak voltak az iparban eddig megengedett értékeknél, ami azt bizonyítja, hogy ellenőrzött körülmények mellett egyenletes tágulás esetén az olvasztva öntött kövek felfűtése is még gyorsítható.

Romwalter Alfréd (Fémipari Kutató Intézet): Olvasztva öntött kövek salak- és hőhatás okozta változásai

Korundalapú olvasztva öntött tűzállóanyagok és vasreve kölcsönhatásaira a határrétegek elektronmikroszkópos és röntgenvizsgálata érdekes felvilágosításokat nyújt. Az eredmények és az egyes fázisok képződési feltételeinek ismerete alapján rögzíthetők azok az üzemviteli előírások, melyek a tűzállóanyagok hosszabb élettartamát és a kemence zavartalan üzemét biztosíthatják. Különösen lényeges a tűzállóanyag szempontjából az oxidáló atmoszféra és a kénszegény tüzelőanyag.

A hevítendő betét és a tűzállóanyag szempontjából szükséges intézkedések összehangolása biztosíthatja csak a gazdaságos és zavartalan üzemvitelt.

Barakonyi Ágnes (Kohászati Gyárépítő Vállalat): Olvasztva öntött tűzállóanyagok nagyolvasztó bélésében

Nagyolvasztók élettartamának meghosszabbításában a jelenleginél tartósabb tűzállóanyagok használata jelentős segítséget nyújthat. Olvasztva öntött korundidomok jó hővezetőképességüknél fogva a hatásosabb hűtést, melegkopásállóságuk folytán a nagyobb tartósságot biztosíthatják. Magyar kísérleti nagyolvasztóban végzett előkísérletek alapján eredménnyel kecsegtet ilyen anyagok üzemszerű használata is, többlépcsős kísérlet formájában. Erre bíztathatnak egyes tengerentúli üzemek nagyolvasztóiban eddig elért eredmények is.

Harrach Walter (MOTIM): Olvasztva öntött anyagok létjogosultsága lépegető kemencékben

A lépegető kemencék elterjedésével első időben a kisebb kopás miatt az olvasztva öntött tűzállóanyagok használata nem volt időszerű. A teljesítmények és hőmérsékletnövelés során azonban ezen kemencékben is tért hódítottak az olvasztva öntött kövek, melyek döngölőmasszákkal kombinálva vezetnek a leggazdaságosabb megoldásokhoz. Feltétlenül előnyös az olvasztva öntött anyagok használata a kitolózónákban, akár oldalkitolómezőről, vályúról vagy homlokoldali csúszdáról legyen szó.

A kétnapos konferencia előadásaihoz számos hozzászólás és kérdés hangzott el. Az első nap lebonyolított gyárlátogatás során a résztvevők megismerkedhettek az olvasztva öntött tűzálló anyagok gyártásával és különféle típusaival.

A rendezvény sikere alapján a MOTIM vezetősége igéretet tett a résztvevőknek, hogy 1973-ban újra lesz MOTIM Konferencia, melyre külföldi résztvevők jelentkezését is elfogadja a rendezőség.

H. W.

Műszaki és gazdasági hírek

A *japán Furukawa Aluminium* azt javasolta az *Alcoa of Australiának*, hogy részükre az ausztrál vállalat alumíniumkohóiban dolgozzanak fel 140 ezer tonna timföldet. A javaslatot azzal indokolták, hogy

— a timföldet az Alcoa ausztrál leányvállalata, a Western Aluminium szállítja;
— az ausztrál vállalatnak jelentős kihasználatlan kohókapacitásai vannak;
— a jen felértékelése után gazdaságossá vált a japán ipar számára a külföldi bérmunka.

(Metal Bulletin 1972. június 6.)

*

Az állami tulajdonban levő *Guayana Bauxite Company* bejelentette, hogy az alumíniumpiac jelenlegi depressziós helyzete miatt három hétig leállítják a timföldtermelést. A kalcinált bauxit termelését továbbra is folytatják, mivel ennek nyereséges eladása továbbra is biztosított.

(The Financial Times 1972. június 7.)

*

A legnagyobb *norvég* alumíniumtermelő, az *Aardal og Sunndal* azt tervezi, hogy 1980-ra 325 ezer tonnára növeli alumíniumkohóinak kapacitását.

(Metal Bulletin 1972. június 9.)

*

A jelenlegi ötéves terv (1971—1975) végén a jugoszláviai *Sibenyikben* elkészül egy új alumíniumkohó, melynek évi kapacitása 110 ezer tonna lesz, ami a jelenlegi össz-alumíniumtermelésnek (50 ezer t) több, mint kétszerese lesz.

1975-re a sibenyiki alumíniumkohó üzembehelyezése, a *titográdi* alumíniumkohó kapacitásának növelése és a *mostari* alumíniumkombinát befejezésének eredményeképpen az ország évi alumíniumtermelése előreláthatóan 260 ezer tonna lesz.

A termelés e jelentős növeléséhez Jugoszlávia megfelelő mennyiségű nyersanyaggal rendelkezik, ugyanis az ország jelenlegi bauxittermelése 2,5 millió tonna, mely 1975-re eléri az 5,7 millió tonnát.

(Biki 1972. június 22.)

*

Az *öt japán kohóalumínium-termelő* vállalat egyre határozottabb lépéseket tesz az elsődleges alumínium behozatalának csökkentésére. Az 1971/72-es pénzügyi évben több mint 240 ezer tonnát importáltak, de remélik, hogy a jelenlegi periódusban ezt 160—170 ezer tonnára tudják csökkenteni. A behozatal csökkentésének legnagyobb akadálya az, hogy a *Kayser*, a *Reynolds*, a *Comalco* és a *román* eladók rendkívül alacsony áron (kb. 510 $/t) értékesítik Japánban a kohóalumíniumot.

(Metal Bulletin 1972. június 23.)

*

Az alumínium túltermelés következtében a *japán Külkereskedelmi és Iparügyi Minisztérium* felszólította a jövőben kohóalumínium-termeléssel is foglalkozni kívánó Furukawa Aluminium és Kobe Steel vállalatokat, hogy két-három évvel halasszák el a tervezett alumíniumipari beruházásaikat.

[Metal Bulletin 1972. június 23.]

*

A tervek szerint *román segítséggel* 30 millió rupia (kb. 3,2 millió font) költséggel alumíniumkohót fognak építeni *Sri Lanka-ban* (Ceylon). A munkálatokat várhatóan még ebben az évben megkezdik. Elkészülte után az üzem az ország alumíniumszükségletének 50%-át fogja biztosítani.

(Mining Journal 1972. június 2.)

L. D.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. OKTÓBER HÓ
10

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel: 127-084, 318-926

TARTALOM

DR. PÁLVÖLGYI ÁRPÁD: A féltermékgyártás korszerű módszerei 433

DR. KORÁN IMRE: Feltételezések az acélgyártás jövőjéről 440

DR. LŐRINCZ OSZKÁR: Meleghengersori termelőkapacitás tartalékainak feltárását megkönnyítő néhány új eljárás 444

DR. HOFFMAN PÁL: Kötélsodrógépek teljesítményének meghatározása 449

DR. TARDY PÁL—VERŐ BALÁZS: Alakítási és újrakristályosodási jelenségek tanulmányozása emissziós elektronmikroszkópban 453

IVÓCS LÁSZLÓ—PETŐ IMRE—ZSUPONYÓ GYULA: Különféle boltozatkonstrukciókkal elért tartóssági eredmények az Ózdi Kohászati Üzemek Acélművében 459

Műszaki és gazdasági hírek 464

Beszámoló külföldi konferenciáról 465

FÉMKOHASZAT

DR. DOMONY ANDRÁS: Alumínium feldolgozó iparunk 10 éves fejlődése 466

HORVÁTH GYULA—DR. SZTRÓKAY KÁLMÁN: Önporló Ca-aluminát salak gyártása vörösiszapból 471

SZEPESSY ANDRÁSNÉ—LENGYEL ATTILA: Az Imperial Smelting (IS)-eljárás jelenlegi helyzete 476

Műszaki és gazdasági hírek 481

ÖNTÖDE

KOVÁCS LASZLÓ: Acélműi kokillák anyagminősége 217

Könyvismertetések 225, 237

TRAJKOVICS JÓZSEF—PÉNZES IMRE: A technológiai előkészítés, és a munkafolyamatok megszervezésének hatása a munka-termelékenységre a mintakészítésben, különös tekintettel a szakképesítést nem igénylő munkakörökre 226

KUSEK, HALINA—KORCYL, STANISLAW: Vasöntvények feszültségmentesítő izzítása 231

KISZELY GYULA: Adatok a magyarországi öntészet történetéhez. Öntött gyorsesztergaacél. „Megiston 6" 238

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyévi előfizetés: 180,—Ft. Egyes példányok ára: 15,—Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293. Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
72.10., 17767 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM 105
ГОД
JAHRGANG
YEAR

SZÁM 10
№
Nr.
No.

OKTÓBER
ОКТЯБРЬ 1972
OKTOBER
OCTOBER

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р А. Палвёльди: **Современные методы производства полуфабрикатов** ..... С 433
Автор дает краткий обзор развития производства полуфабрикатов до нынешнего дня. После этого продробно изучаем непрерывную разливку. В конце знакомим с самыми новыми концепциями непрерывной разливки.

Д-р И. Коран: **Предположения о будущем производства стали** ..... С 440
Автор статьи обработал зависимости развития и нарисовал кривую зависимости развития для специалистов, занимающихся, во-первых, прогностикой металлургии стали, во-вторых вопросами сложного развития этой отрасли промышленности. В статье рассматриваются следующие темы: главные тенденции научно-технического развития; ожидаемое формирование структур спроса; совместное изменение географических факторов и характера технологий; бытовое строение технологий производства стали и кривые зависимости их развития, мысли о задачах Венгрии. Статья делает вероятным ожидаемое развитие производства стали и технологий производства стали приблизительно на сто лет.

Д-р О. Пёринц: **Несколько новых методов, облегчающих обнаружение запасов производительной мощности стана горячей прокатки** ..... С 444
Автор показывает общий метод расчета для оценки нескольких факторов, влияющих на мощность прокатного стана, и для оценки компонентов производительности, технических и технологических характеристик и характеристики программы, адаптирование которой на конкретные прокатные станы может быть полезным для обнаружения запасов производительности.

Д-р П. Хоффманн: **Определение производительности ссучивальной машины троса** ..... С 449
В статье сообщается метод для расчета производительности ссучивальной машины троса. В расчете учитываются геометрические зависимости правильного сучения. Характеристики и мощность ссучивальной машины. На основании этих зависимостей можно определить те условия, при которых на данной машине достигается оптимальная производительность. Зависимости можно использовать для выработки конструкции машины и для проектирования машин многоступенчатого действия.

Д-р П. Тарди—П. *Верё:* **Изучение явлений деформации и рекристаллизации в эмиссионном электронном микроскопе** ..... С 453
В статье излагаются главные результаты той разработки, с помощью которой эмиссионный электронный микроскоп EF-36 мог бы стать эфективным средством металловедческих исследований. Излагаются возможности деформирования образца и система измерения температуры, которая основывается на тепловом расширении образца. Серией снимков иллюстрируется использование новой конструкции и из исследований проведенных таким образом, делаем выводы в связи с процессами, происходящими во время холодной деформации, первичной рекристаллизации аустенита и укрупнения зерен.

Л. Ивоч—И. Петё—Д. Жупоно: **Прочностные результаты различных конструкций сводов в стальном цеху металлургического комбината в Озде** ..... С 459
Кирпичи, встроенные в свод печей Марза в зависимости от нагрузки изнашиваются в разной степени. После применения кислорода средняя часть свода, которая находится возле кислородного дротика изнашивается намного быстрее. Статья сообщает об условиях завода, характере износа свода, новых конструкционных решениях, и о прочностных результатах в связи с применением этих новых конструкционных решений.

Д-р А. Домони: **Десятилетнее развитие алюминиевой промышленности** ..... С 466
Автор дает краткий обзор о развитии алюминиевой промышленности в прошедшем десятилетии. Автор ознакамливает с деятельностью Института техники применения алюминия, созданного десять лет тому назад.

Д. Хорват —д-р К. Строкаи: **Производство самовыветривающегося Са-алюминатного шлака из красного шлама** ..... С 471
Технология производства самовыветривающегося Са-алюминатного шлака из красного шлама, содержащего малое количество Na^2O была разработана в Советском Союзе. В лабораторных условиях авторы исследовали возможность применения этой технологии для обработки венгерского красного шлама, содержащего большое количество Na^2O. Было установлено, что из венгерского красного шлама только в том случае можно создать самовыветривающийся шлак, если с помощью предварительной каустификации уменьшить количество Na^2O на 2—3%; условием хорошей выщелачиваемости является приближение к 100%-ному обеззоливанию шлака. Эксперименты были дополнены рентгеноструктурным и кристалло-оптическим фазовым анализом.

Сепеши А-не—Лендел А.: **Настоящее положение метода Империал Шмелтинг (ИШ)** ..... С 476
Авторы ознакамливают с новыми результатами развития метода ИШ. Данный метод применим и для обработки отечественных оловянных и цинковых руд. На основании данных, об ИШ печах действующих в настоящее время, авторы сообщают о тех стремлениях, которые направлены на увеличение производства металла, об изменениях в размерах печей и в системе, разделяющей цинк и свинец, об осуществлении регулирования технологии с помощью вычислительных машин.

INHALT

Dr. Á. Pálvölgyi: **Zeitgemässe Verfahren der Halbzeugherstellung** ..... S 433

Die bisherige Entwicklung der Halbzeugherstellung. Ausführliche Beschreibung des Stranggusses und seine neuesten Entwicklungsrichtungen.

Dr. I. Korán: **Voraussetzungen über die Zukunft der Stahlherstellung** ..... S 440

Zusammenhänge und Funktionskurven der Entwicklung zum Studium der hüttentechnischen Prognostik und der verweickelten Zusammenhänge der siderurgischen Entwicklung. Bearbeitet werden folgende Themen: die wichtigsten Tendenzen der wissenschaftlich-technischen Entwicklung, die voraussichtliche Gestaltung der Nachfragestruktur, die Änderungen der geographischen Faktoren und der Kennzeichen der Technologien, Charakteristik der Stahlherstellungs-Technologien und die Kurven ihrer Entwicklungsfunktionen, Gedanken über die einheimischen Aufgaben. Die zu erwartende, wahrscheinliche Entwicklung der Stahlherstellung in den kommenden 100-Jahren.

Dr. O. Lőrincz: **Verfahren zur Klarlegung der Leistungsreserven von Warmwalzstrassen** .... S 444

Diejenige Kennzeichen der Leistungsfähigkeit und der Programmierung von Walzstrassen, welche als Grundlagen einer Berechnungsmethode dienen können und zur Klärung der Leistungsreserven führen können.

Dr. P. Hoffmann: **Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Seilwindemaschinen** ..... S 449

Berechnung der Leistungsfähigkeit von Seilwindemaschinen. In der Berechnung werden die geometrischen Zusammenhänge des regelmässigen Windens, die Kennziffer der Windemaschine und ihrer Leistung in Betracht gezogen. Auf Grund der Zusammenhänge können die Bedingungen der optimalen Leistung der Maschine bestimmt werden. Die Zusammenhänge können auch zur Gestaltung der windemaschine, bzw. zur Planung eines mehrstufigen Prozesses benützt werden.

Dr. P. Pardy—B. Verő: **Studium der Verformungs- und Rekristallisations-Vorgänge mit einem Emissions-Elektronenmikroskop** ..... S 453

Die wichtigsten Ergebnisse der Entwicklungsarbeiten, mit denen das Emissions-Elektronenmikroskop zum brauchbaren Gerät der metallkundlichen Forschung gemacht werden konnte. Die Möglichkeit der Verformung des Probekörpers und die auf die Wärmeausdehnung des Probestückes stützende Methode der Temperaturmessung. Fotoaufnahmen zur Veranschaulichung der Anwendung der neuen Einrichtungen. Folgerungen aus der Verformung und aus dem Verlauf der Rekristallisation des primeren Austenits und der Kornvergrösserung.

L. Ivócs—Gy. Zsuponyó—I. Pető: **Haltbarkeitsergebnisse der verschiedenen Gewölbekonstruktionen im Stahlwerk des Eisenwerkes zu Ózd** .... S 459

Die Gewölbesteine der Maerz-Öfen zeigten — von ihrer Beanspruchung abhängend — einen unterschiedlichen Verschleiss. Bei Anwendung von Sauerstoff gingen die Steine in der Mitte des Gewölbes, neben den Sauerstofflanzen rascher zugrunde. Beschreibung der Betriebsumstände, der Kennzeichen des Gewölbeverschleisses und neuer Konstruktionen, sowie die damit erreichten Ergebnisse.

Dr. A. Domony: **Die zehnjährige Entwicklung unserer Aluminium verarbeitenden Industrie** ..... S 466

Der Verfasser überblickt die Entwicklung der vergangenen 10 Jahre und beschreibt die Tätigkeit der vor 10 Jahren gegründeten Zentralstelle für Anwendungstechnik des Aluminiums.

Gy. Horváth—Dr. K. Sztrókay: **Herstellung einer selbstzerfallenden Ca-Aluminatschlacke aus Rotschlamm** ..... S 471

Die Technologie der Herstellung einer selbstzerfallenden Na-Aluminatschlacke aus Rotschlamm mit geringem Na_2O-Gehalt wurde in der Sowjetunion entwickelt. Die Verfasser haben die Verwendungsmöglichkeit dieser Technologie im Laboratorium bei der Verarbeitung ungarischer Rotschlämme mit hohem Na_2O-Gehalt untersucht. Eine selbstzerfallende Schlacke kann aus ungarischen Rotschlämmen nur dann gewonnen werden, wenn man den Na_2O-Gehalt durch vorhergehende Kaustifizierung auf 2—3% senkt; die gute Auslaugbarkeit der Schlacke hat zur Vorbedingung, dass die Kalksättigung der Schlacke möglichst 100%-ig ist. Die Versuche wurden durch Röntgendiffraktions- und Kristalloptische Phasenanalysen ergänzt .

Frau A. Szepessy—A. Lengyel: **Die heutige Lage des Imperial Smelting (IS)-Verfahrens** ..... S 476

Die Verfasser berichten über die neuesten Ergebnisse der Entwicklung des IS-Verfahrens, das auch zur Verarbeitung der heimischen Zink-und Bleierze in Frage kommt. Auf Grund der Angaben der heute im Betrieb befindlichen IS-Hütten beschreiben sie die Bestrebungen zur Steigerung der Metallerzeugung, die Änderungen der Ofenabmessungen und des Blei-Zink-Trennsystems, die Möglichkeiten der Verarbeitungen eines kupferhatigen Einsatzes sowie die Verwirklichung der Computersteuerung der Technologie.

CONTENTS

Dr. A. Pálvölgyi: **Modern methods of producing semi-products** ..... P 433

A short survey of the development of semi-product production is presented. Continuous casting is detail and the most recent conceptions of continuous casting are described.

Dr. I. Korán: **Assumptions concerning the future of steelmaking** ..... P 440

The author has developed development ralationships and traced development function curves for the use of experts working on siderurgical forecasting and on the complicated problems of development of this industry. The paper discusses the following subjects: main trends of scientific and technical development; probable trends of demand structures; joint variations of geographical factors and technological types; life structures of steelmaking processes and curves of their development functions; some considerations on domestic problems. The probable development of steelmaking and its processes is represented for a period of about hundred years.

Dr. O. Lörincz: **Some new methods for disclosing production capacity reserves in hot rolling mills** P 444

The author presents a general calculating method for evaluating some of the factors which influence rolling mill capacity — performance components, technical and technological characteristics and program characteristics —; adapting this method to existing rolling mills, may be useful to disclose capacity reserves.

Dr. P. Hoffmann: **Determining the performance of rope stranding machines** ..... P 449

A method is presented for calculating the performance of rope stranding machines. The geometric relationships of regular stranding, the characteristics and capacity of the stranding machine are considered in the calculation. The relationships supply the conditions for the optimal performance of the machine. They may be utilized in designing the machine and in planning multi-step operations.

Dr. P. Tardy—B. Verő: **A study of forming and recrystallisation phenomena with the emission electron microscope** ..... P 453

The paper presents the main results of the work directed towards establishing the emission electron microscope EF-Z6 as an effective tool of metal physical research. The possibility of deforming the specimen and the system of temperature measurement based on thermal dilatation of the specimen are described. Series of exposures are used to demonstrate the application of the novel equipment; the tests furnish conclusions on the processes occurring during cold forming, and during the primary recrystallisation and grain coarsening of austenite.

L. Ivócs—I. Pethő—Gy. Zsuponyó: **The durability of various roof constructions in the steelworks of the Ózd Metallurgical Works** ..... P 459

The bricks incorporated in the roof structures of the Maerz furnaces at Ózd showed different amounts of wear, according to the amount of exposure. After the use of oxygen the central part of the roof — in the vicinity of the oxygen lance — deteriorated very rapidly. The paper describes the plant conditions. The characteristics of roof wear, the new constructional solutions and the achieved roof lives.

Dr. A. Domony: **Development of our aluminium fabricating industry in the last ten years** ..... P 466

The author surveys the last ten years' development and describes the activities of the Center for Aluminium Application Technology which was established ten years ago.

Gy. Horváth—Dr. K. Sztrókay: **The production of auto-pulverizing calcium aluminate slag from red mud** ..... P 471

The technology of producing auto-pulverizing calcium aluminate slag from red mud with low Na_2O content has been developed in the Soviet Union. The authors tested the applicability of this process to the laboratory treatment of Hungarian red muds with high Na_2O contents. Auto-pulverizing slags can be obtained from Hungarian red muds only if the Na_2O content has been reduced previously by causticizing to 2—3 pct; the good extractability of the slag is dependent on the high lime saturation, approaching 100 pct. The tests have been supplemented by X-ray diffraction and crystal optical phase analysis.

Mrs. A. Szepessy—A. Lengyel: **The present situation of the Imperial Smelting (IS) process** ..... P 476

The authors report on the recent results of development of the IS process which could be considered also for processing Hungarian zinc and lead ores. On the basis of data from operating IS smelters they describe the endeavours to increase metal production, the variations in the furnace dimensions and in the lead-zinc separating system, the possibilities of processing copper-bearing charges and the realization of computer control in this process.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL
Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ,
RUHMANN JENŐ
Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, BOROSSAY BÉLA, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KEZDI ÁRPÁD, KOLLÁR SÁNDOR, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN, VERŐ BALÁZS.
A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 10. szám 1972. október

A féltermékgyártás korszerű módszerei

Dr. PÁLVÖLGYI ÁRPÁD okl. kohómérnök
KGMTI

DK: 621.771.22/23: 621.74.047

A szerző rövid áttekintést ad a féltermékgyártás eddigi fejlődéséről. Ezt követően behatóan foglalkozik a folyamatos öntéssel. Végül ismerteti a folyamatos öntés legújabb koncepcióit.

A közeljövőben féltermékgyártó berendezése az oxigénes konverterhez (vagy nagyteljesítményű elektrokemencéhez) tartozó öntőmű. Terjedését egyelőre az alábbi legfontosabb tényezők gátolják:

— a hengerlés kapacitása lényegesen nagyobb,

— a blokk- és bugasor nem érzékeny az acélminőségek és a végszelvények változásaira,

— a nagyüzemek kapacitásszintjén a blokk-bugasor ma még olcsóbb, mint az öntőmű,

— számos üzemben dolgoznak korszerű blokk- és bugasorok, ezek leállítása és öntőművek építése egyelőre nem gazdaságos.

*

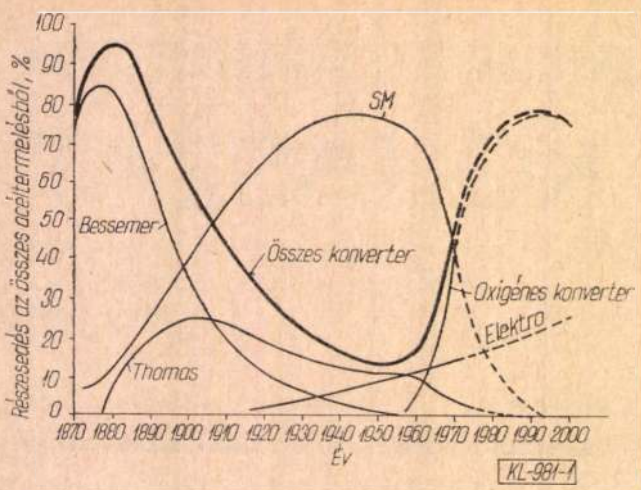
Nem is olyan régen még azt hittük, hogy a vaskohóipar termelőmódszerei a technika mai, gyorsan fejlődő korszakában is lassan változnak. Ennek a szemléletnek az alapja látszólag az a tény volt, hogy a kohászatban száz évesnél öregebb berendezések és technológiák is gyakran „jó eredménnyel" dolgoznak. Ma már tudnunk kell, hogy a tényleges ok abban kereshető, hogy a ma kohászainak értékítéletét kialakító időszak a kohászati termelés középpontjában álló műveletek „klaszszikus" módszereinek fénykorára esett. Ebben a nem rövid korszakban a gyártás elve lényegesen nem változott, csupán a részletek fejlődtek és a lehetőségek kihasználása javult.

Különösen vonatkozik ez a megállapítás a teljes acéltermelésnek valaha 77%-át adó Martin-eljárásra és a féltermékgyártásban hosszú ideig egyeduralkodó blokk-brammasorokra. Az utolsó másfél évtized eseményei hívták fel a figyelmet arra, hogy a mennyiségi fejlődés folyamatos menetét a kohászatban is a minőségi változás forradalmi eseményei szakítják meg. Ma már természetesnek vesszük, hogy valamennyi kohászati gyártómódszer számára is elérkezik — mindenféle szubjektív tényezőtől függetlenül — egy olyan csúcspont, amejet a jelentőség gyorsütemű hanyatlása követ. Furcsa ellentmondása a műszaki haladásnak, hogy minden módszer éppen „hanyatlásának" időszakában éri el műszaki-gazdasági teljesítőképessége felső határát. Az új módszer ennek ellenére gyorsuló ütemben terjed, mert jobban alkalmazkodik a megváltozott ellátási-technikai-piaci környezethez és fejlődő stádiumában is gazdaságosabb a réginél.

Rövid fejlődéstörténet

A folytacélgyártás 1850 táján keletkezett, de csak 1890 körül előzte meg a kavarást és századunk harmincas éveiben vált egyeduralkodóvá. Az eddig ismert öt jelentősebb folytacélgyártó módszer közül kettő (Thomas—Bessemer) száz év alatt (1850... 1950) gyakorlatilag teljesen kihalt. A kohászat történetének eddig legnagyobb jelentőségű acélgyártó módszere, a SM-eljárás, a termelés abszolút értékének 1966-ban (260 millió t/év-vel), világtermelésben való részesedésének 1945-ben (77%-kal) érte el maximumát. Napjainkban részesedése gyorsan, mennyisége is jelentős mértékben csökken. Amíg azonban annak idején fél évszázad volt szükséges ahhoz, hogy a martintechnológia felülmúlja a Bessemer-módszerét, az LD eljárás ezt vele szemben 15 év alatt (1970-ben) érte el (lásd az *1. ábrát)*. Az SM-eljárás azonban közben jelentősen fejlődött. Amíg pl. egy 200 t-s SM-kemence adagideje 1946 táján 20...22 óra volt, a 60-as évek elejére ugyanezen kemencéé 8 órára csökkent. Az SM-kemencék termikus hatásfoka pedig a kezdeti 25%-ról kb. 60%-ra javult.

A féltermékgyártás klasszikus berendezése, a duó-blokksor, 1865-ben — a trió-blokksorral gyakorlatilag egy időben — keletkezett. Terjedése a múlt század utolsó évtizedében, a nagyteljesítményű reverzáló hajtások kialakulásával kezdő-



1. ábra. Az acélgyártó eljárások részarányának alakulása az összes acéltermelés %-ában

dött. Az 1888-ban üzembe helyezett Hoesch-blokksor még 1 t-s tuskókból 12,5 t/h teljesítményt ért el. A századeleji blokksorokra 2...5 t tuskósúly és 50...100 t/h órateljesítmény volt jellemző. Ma a tuskósúly a blokksorokon 5...12 t, a lapos tuskóké 10...45 t. A legnagyobb blokkbrammasorok teljesítménye eléri az 500...800 t/h-t is.

A kovácsolás évezredes művelet. Az ún. lupamalmok a XIX. század elején jelentek meg, fénykoruk időtartama 50 évre tehető. A trió-blokksorok szintén kb. fél évszázadon át voltak a kohászati üzemek jellemző berendezései (1865...1920). A duó-blokksorok 1920...1950 között versenytárs nélkül dolgoztak a vaskohászatban. Meghatározó jelentőségük azonban még napjainkban is vitathatatlan. Az acélgyártásban egy évszázad alatt tehát a gyártás elve háromszor változott. A bugagyártásé ugyanezen idő alatt lényegében véve azonos maradt: tuskóöntés öntöttvas kokillába, tuskóátadás és kokillamanipuláció vasút és daru segítségével, hevítés mélykemencékben, és végül jelentős mértékű alakítás hengersoron.

A növekvő követelményeknek ezek közül elsősorban maga a hengerlés felelt meg, mivel minden új minőségi, gazdasági és kapacitásbeli igényt ki tudott elégíteni. Legkevésbé a tuskó és a kokilla, a maga számos minőségi, hőtechnikai, anyagforgalmi és anyaggazdálkodási problémájával. Ezek a tényezők állnak elsősorban egyre élesebb ellentétben a korszerű kohászati technika általános követelményeivel. Alighanem ezek fogják leginkább siettetni az alapvetően új bugagyártó módszerek terjedését.

Folyamatos acélöntés

1951-ig kellett várni, amíg a Bessemer által felvetett gondolat, a folyamatos bugaöntés — a Ternitzben 1934-ben lefolytatott első kísérlet után — üzemszerűen megvalósult. A bugagyártás racionalizálásának technikai megoldása ezzel megszületett, csupán a lehetőségek legcélszerűbb kihasználásának módozatait és feltételeit keressük ma is.

Nem lehet kétséges, hogy a folyamatos öntés jelentősége a jövő számára nagyobb és messzebbre mutató, mint az LD-eljárásé. Az előző ugyanis a bonyolult manipulációkkal járó szakaszos műveletek sorozatát — adagonként 20...40 tuskó feldolgozását — helyettesíti egyetlen folyamatos munkamenetként, magasabb minőségi és gazdasági színvonalon. Az acélgyártó módszerek várható alakulása a folyamatos öntés felhasználási lehetőségeit jelentősen növeli. Az LD-elv pedig „csak" a korábbi eljárás termelékenységét, gazdaságosságát és programozhatóságát emeli magasabb szintre. Maga a módszer azonban éppen úgy szakaszos jellegű, mint elődje (de tizedrésznyi adagidővel). Alapanyagaik is lényegében azonosak. A nyersvas-ócskavashelyzet alakulása kifejezetten sietteti terjedését. Ugyanakkor létjogosultsága a nagyolvasztóhoz van kötve, ezért annak hanyatlásával majdan elveszíti jelentőségét.

A két eljárás gyakorlatilag azonos időpontban valósult meg. Amíg azonban 1970-ben az LD-acélművek már az összes acéltermelés több mint 40%-át adták, az öntőművek részesedése 10% alatt maradt. 1960 és 1970 között

a világ acéltermelése 250 millió t/év-vel,
az összes LD-acéltermelés 220 millió t/év-vel,
az öntőmű termelés 50 millió t/év-vel növekedett.

Az acéltermelés növekményének — amely 90%-ban az LD-acélművekből származott — 80-át% tehát blokksorok és csak 20%-át öntőművek dolgozták fel.

Ennek az ellentmondásnak az okait sem az eljárások alapelveiben, sem a folyamatos öntést méltató cikkekben nem találjuk. Valószínűleg ezért másutt kell keresni a folyamatos öntés legfőbb előnyeit, mint amiben eddig általában megtalálni véltük. Úgy látszik ugyanis, hogy az LD-eljárás a ma, az öntőmű inkább a közeljövő módszere. A helyes megítéléshez bele kell helyezni abban a környezetbe, amelyben dolgozik. Hiszen mindegyik eljárás a teljes gyártási folyamatnak egy része és önmagában nem lehet a teljes vertikum szempontjából meghatározó jelentőségű.

Valószínűleg nem tévedünk nagyot, ha az LD-acélgyártás és a folyamatos öntés fejlődési ütemében mutatkozó különbség magyarázatát elsősorban abban keressük, hogy az oxigénes konverter megsokszorozta az acélmű teljesítményét, az öntőmű viszont a blokk-bugasornál lényegesen kisebb teljesítményű. A kemence befogadóképességének 1 t-jára eső kapacitás ugyanis az SM-acélműben 800...1600 t/év, az LD-acélműben 4000...9000 t/év. A nagy blokksorok kapacitása 4...6 millió t/év, az öntőműveké pedig ennek csak 10...25%-a.

A kohászati termelés jellemzői a mélykemence-csarnokkal-blokksorral szoros kölcsönhatásban fejlődtek ki. A blokksor kapacitása gyakorlatilag korlátlan, nem érzékeny a minőségi és méretprogram változásaira, a mélykemencepark és a bármikor képezhető tuskókészlet bármely acélmű bármilyen termelés-ingadozását és adageltérését elég jól kiegyenlíti. A blokksor a kis- és óriásüzemekben, tömeg- és nemesacélgyárakban, nem elég jól szervezett, „hagyományos" termelési rendszerben is jó eredménnyel dolgozik. Az öntőmű — a blokksorral szemben — az acélműhöz kapcsolt berendezés. Munkamenete kötött, elég szigorú periodicitással. Minden minőségi és méretváltozás bizonyos

teljesítménycsökkenéssel jár. Minőségi programja folyamatosan bővül, de ma még megközelítőleg sem teljes. (A Szovjetunióban pl. eddig 130 acélfajta folyamatos öntését dolgozták ki.) A legnagyobb öntőmű kapacitása egyelőre még egy közepes blokksorénak felel meg.

Nem lehet ezért kétséges, hogy az öntőműnek igazán hatékony felhasználásának alapvető feltétele az egész vertikum és az öntőmű igényeinek jobb összehangolása. Az öntési kapacitás növelése, az acélműi munka fegyelmének és ütemességének fokozása, a minőségi program racionalizálása és a bugaméretek egységesítése. A folyamatos öntés ezeken a követelményeken keresztül kihat a hozzá kapcsolódó területek munkájára is, ösztönözve az egész kohászati termelés korszerűbb szempontok szerinti átalakulását. Ez a hatás tekinthető a jövő szempontjából forradalmi jelentőségűnek és alighanem ebben kereshető az öntőmű legnagyobb előnye. Viszont ma még ezen feltételek hiánya hátráltatja bizonyára az öntőművek terjedését. A ma legfőbb előnynek vélt kihozatal-javulás — úgy látszik — egymagában nem elég jelentős eredmény a terjedés siettetéséhez.

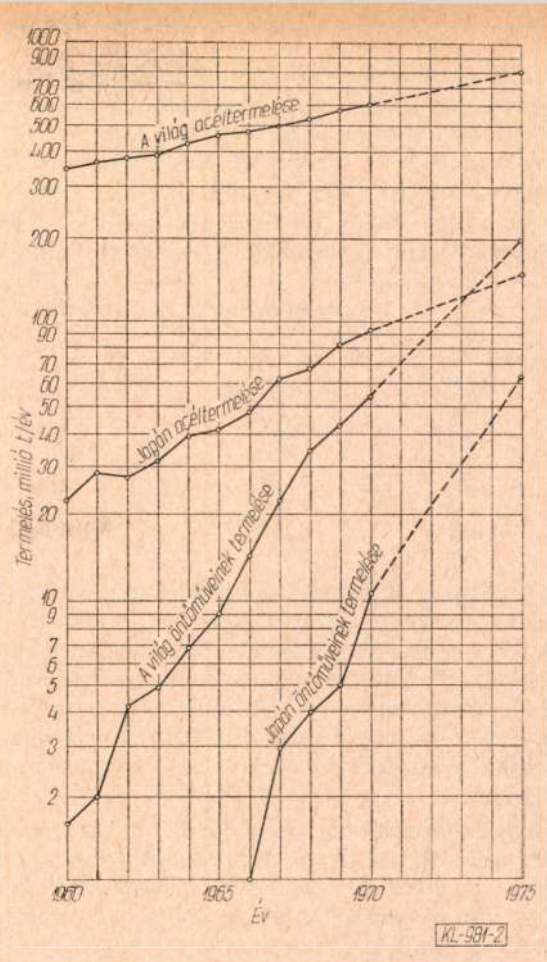
Hol tart ma a folyamatos öntés

Napjaink kohászati technikájában a bugagyártás két módszere már egymás mellett létezik. A blokkbugasorok részesedése 90%, az öntőműveké 10%. Az öntőgépek megoszlásáról az *1. táblázat* nyújt tájékoztatást. A kezdeti lassú terjedést valószínűleg gyorsuló ütemű kapacitásnövekedés követi, elsősorban lemezgyárakban, az LD-acélgyártás terjedésétől ösztönözve.

1972-ben várhatóan az öntőműi kapacitás 80... 85 millió t/év lesz, megközelítőleg az alábbi megoszlás szerint:

Japán	20,7 millió t/év
USA	17 millió t/év
Szovjetunió	12,8 millió t/év
NSZK	7,7 millió t/év
Olaszország	5,4 millió t/év

A világ öntőműveinek kapacitása 1975-re elérheti a 200 millió t/év-et, azaz az összes acéltermelés kb. 25%-át. Japán különösen korszerű kohászatában az öntőművek termelése 1975-ben az acéltermelés 35...40%-a is lehet *(2. ábra)*.



2. ábra. A világ és Japán öntőműi kapacitásának alakulása. Forrás: Wagner, C. Stahl un Eisen, 1971. évf. 148. old.

A rendszeresen öntött legkisebb szelvény ma 150 mm□, szükség esetén kis befogadóképességű kemencéből 80 mm□ szelvényű bugát is öntenek. A legnagyobb önthető négyszetes szelvény 350-esetleg 400 mm□. Öntenek körszelvényű féltermékeket is, de megoldották már az idomacélok előszelvényeinek folyamatos öntését is. A kanadai Algoma Steel cég üzemében pl. max. 600 mm-es párhuzamos talpú tartók hengerléséhez 450.305...760.355 mm befoglaló méretű alakos szelvényt öntenek. (95 t-s konverterekből, öntési idő 70 perc.)

Legjobban a lapos szelvények, brammák folyamatos öntése terjedt el. A folyamatosan öntött

1. táblázat

A folyamatos öntőművek kapacitásának alakulása

Év	Szovjetunió		USA-Kanada		Japán		Európa		Összesen	
	szál	kap.	szál	kap.	szál	kap.	szál	kap.	kap.	et/szál
1955	2	0,03	2	0,10	—	—	—	—	0,38	17,0
1960	10	0,36	2	0,10	3	0,10	3	0,25	1,65	30,0
1963	35	1,65	6	0,29	4	0,11	10	0,44	4,90	38,5
1965	35	1,65	50	2,36	8	0,23	23	0,70	9,00	39
1966	49	3,90	64	4,27	29	1,00	31	0,89	15,27	47,5
1967	71	5,10	119	8,09	49	2,74	37	1,00	26,50	57,5
1968	85	9,10	150	12,05	58	3,42	68	2,00	38,00	65,0

Megjegyzés:
szál=a szálak száma, kap. = összes öntőműi kapacitás, millió t/év, et/szál=egy szál átlagos kapacitása, 1000 t/év
EGB, Munkatermelékenység, 1969. ST/EV E(Steel) 29

bramma mennyisége az öntőművek összes termelésének 75...80%-ára becsülhető. A legnagyobb öntött brammaszélesség ma 2300 mm.

A nagyméretű brammák öntési sebessége kezdetben 0,5 m/p volt, ma eléri az 1,5 m/percet. A legnagyobb öntési sebesség és öntött szélesség Schwere szerint a következőképpen alakult:

Év	Max. szélesség mm	Sebesség, m/perc
1963	1500	
1964	1600	0,6
1967	1800	
1968		1,0
1969	2000	1,45
1970		2,0
1971—72	2300	

A Nippon Steel épülő öntőművén a 250·1400 mm-es szelvény öntési sebessége 2 m/perc lesz.

A folyamatos öntőművek legkedveltebb minősége a csillapított karbonacél. Gazdaságosság szempontjából viszont az ötvözött acélok folyamatos öntése tekinthető legnagyobb jelentőségűnek. Ezek öntése — néhány minőség kivételével — napjainkig megoldódott.

A Szovjetunióban megoldották a karbonacélok 75%-ának és sok gyengén ötvözött (többek között trafó-) acélnak a folyamatos öntését. Kidolgozás alatt van a csillapítatlan acélok és az erősebben ötvözött minőségek folyamatos öntése is.

A 100 t-nál nagyobb adagok öntési idejének irányértéke max. 90 perc. a 100 t-saké 75...80 perc, a 15...40 t-saké max. 60 perc.

A folyamatos öntőmű annál jobban tartható kézben, minél kevesebb érszámmal dolgozik. Építettek ugyan 8-szálas kisbugaöntőgépeket is, a négynél több szálas gépek mégis aligha fognak nagyipari méretekben elterjedni. A brammaöntőgépek bevált típusai kétszálasak.

Az öntési teljesítmény tehát az önthető adagsúlyt jelentősen korlátozza. Ezért egyelőre ellentétes értelemben hat a kemence-befogadóképesség általános növekedési tendenciáival és ezért nem várható a kis szelvények folyamatos öntésének általános elterjedése.

A folyamatos acélöntés problémája ma még — főleg martinacélművekben — a rossz időkihasználás. Az eddig üzembe helyezett berendezések átlagos időkihasználása kb. 30%-ra becsülhető. Az utóbbi időben épült öntőművekre napi 10, azaz évi 3000 adag öntését tervezik. Átlagosan 75 perc öntési idővel a tényleges öntési idő 3750 h/év-re, azaz 42,5%-ra adódik. Ez a kedvezőtlen kihasználás nagyrészt az adagravárásból, vagyis az acélgyártó kemencék és az öntőművek ütemidejének eltéréséből származik. Konverteracélműben ez az összehangolatlanság minimálisra csökkenthető, ezért ott napi 14 öntéssel és 64%-os időkihasználással lehet számolni.

A folyamatos öntőművek anyagfelhasználásáról, ill. a hengerlésénél kedvezőbb kihozatal révén elérhető megtakarításokról számos adat látott napvilágot. Ezek rendszerint a régi hengersorok kihozatalát vetették egybe az öntőművek ideális eredményeivel. Így születtek olyan megállapítások, hogy az öntőmű 15...20% anyagmegtakarítást eredményez a hengerlő módszerekhez képest. (A reális érték tömegacélokból kb. 10%.)

Azonos technikai színvonalat feltételezve, a féltermék fajlagos anyagfelhasználása a következőképpen alakul:

bugahengerlés
- csillapítatlan ..... 1080...1100 kg/t
- csillapított ..... 1150...1250 kg/t
- átlagosan ..... 1140...1180 kg/t

folyamatos öntés ..... 1040...1080 kg/t

Az egyik legújabban üzembe helyezett bugaöntőmű (Highweld Steel, Witbank, Transwaal) anyagfelhasználása pl. ötvözött 140...140...250.550 mm-es bugákból a következő:

konverter	92,5%	
üst	99,0%	1053 kg/t
öntőmű	96,0%	
összes	87,9%	1139 kg/t

Az Eschweiler Hütte elektroacélmű után kapcsolt folyamatos öntőművén a következő kihozatalokat érték el:

Szelvény	Szélső értékek	Leggyakoribb	Átlag
90 mm □	89...99%	96%	95,7%
125...215 mm	86...99%	95%	94,9%

A Gorkij-i gyárban a rozsdamentes acélokat átlagosan 92%-os kihozatallal (1090 kg/t) öntik.

Az NSZK-ban végzett számítások szerint a folyamatosan öntött féltermék önköltsége a hengereltnél

csillapítatlan acélokból
- blokkbugaméreten 20
- kisbugaméreten 30

csillapított acélokból
- blokkbugaméreten 34
- kisbugaméreten ..... 44 DM/t-val kisebb.

Az acélgyártás alapanyagmérlegének átalakulását tuskóöntésről folyamatos öntésre való áttéréskor (beleértve a kokillák stb. anyagát is) *Pauels* a *2. táblázat* szerint adja meg.

2. táblázat

Acélgyártás alapanyagmérlege Pauels szerint

Megnevezés	Tuskóöntéskor	Folyamatos öntéskor
Összes nyersvas + hulladék	158	133
ebből: visszatérő hulladék	36	19
nettó betét	122	114
Vásárolt hulladék	37	41
Nyersvasszükséglet	85	73
Új betét	122	114
Gyártási veszteség	22	14
Késztermék	100	100

A folyamatos öntés új koncepciói

Az öntőgépek teljesítménye a technikai fejlődéssel növekszik. Emelkedik az öntési sebesség, javul az időkihasználás. A brammaöntés *élenjáró* sebességei pl. a következőképpen alakultak (250·1200 mm-es szelvény):

Év	Öntési teljesítmény t/perc	Öntési teljesítmény t/h	Öntési sebesség m/perc
1961	1,0	60	0,43
1964	1,1	66	0,47
1966	1,3	78	0,56
1967	1,8	108	0,77
1968	2,8	168	1,20
1969	4,0	240	1,71
1973 (várható)	4,7	282	2,00

A Szovjetunióban pl. a jelenlegi öntősebesség 3...4-szerese a célkitűzés.

Egy kétszálas öntőgépen tehát elvben a legnagyobb kemenceadag is leönthető megfelelő brammaméretre. Az adgasúly és az öntési idő között azonban újabban egészen másféle kapcsolat alakul ki. Az ütemidőt nem az adag elhűlése és az újabb adagra várás határozza meg, hanem a konverterek csapolásának periódusai.

A megnövekedett öntési sebesség lehetővé teszi olyan brammaöntőgépek tervezését, amelyek 300 t-nál nagyobb befogadóképességű és 35 percenként csapoló konverterekkel párhuzamosan dolgozhatnak. A két szál teljesítménye ugyanis 9 t/perc lehet, 35 perc alatt tehát 315 t. Ugyanúgy lehetőség nyílik az egymást követő adagok megszakítás nélküli öntésére is. Az egy-egy konverterből és öntőműből álló rendszer teljesítménye tehát elvben 540 t/h lehet, kapacitása meghaladja a 3 millió t/évet.

Megfigyelhető, hogy ezek a követelmények a kohászati technika általános fejlődési tendenciáival azonosak és elsősorban a korszerű konverteracélművek adottságaival egyeznek.

Egy — a 60-as évek elejéről származó — szovjet ENSZ adatszolgáltatás már világosan rögzíti, hogy az *öntőművek terjedését a konverteracélgyártás fogja elősegíteni.* SM-acélgyártási technológiával dolgozó kohászatban már csak a kis hulladék-keletkezés miatt sem lenne célszerű általánosan öntőműves bugagyártásra berendezkedni.

A folyamatos öntőmű másik jelentős teljesítménytényezőjének, az időkihasználásnak a javítása elsősorban több adag egyetlen folyamatban való öntésével javítható (lásd példaként a *3. táblázatot).*

Linzben pl. egy kísérleti program keretében 63 adagot öntöttek egymás után, összesen 3200 t súlyban. Ebből 309 db szokásos méretű brammát daraboltak. A McLouth Steel trentoni üzemében 29 adagból 3500 t súlyú, 1048 m hosszúságú szálat

3. táblázat

Több adag egymásra öntésének kihatásai Baumann szerint

Öntőgéptípus	4-szálas bugaöntőgép			2-szálas brammaöntőgép		
Ívsugár, mm		6000			10 500	
Teljes hossz kb.		39 m			65 m	
Együtt öntött adagok száma	1	3	6	1	3	6
adagsúly, t		55			300	
szelvény, mm		120			250·2000	
kg/fm		109			3800	
öntősebesség, m/p		2,46			1,0	
szállítógörgők max. seb. m/perc		5,0			3,0	
öntési idő, perc	52	156	312	39,5	118,5	237,0
kihasználás:						
mellékidők, perc						
az elosztóedény cseréje	—	—	3,2	—	—	3,5
berendezés ürítése stb.	22	22,5	22	47,5	47,5	47,5
összesen	22	22	25,5	47,5	47,5	51,0
öntési idő / összes idő %	70,3	87,5	92,5	45,5	71,5	82,5
kihozatal:						
maradvány az üstben, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
maradvány az elosztóban, %	1,0	0,33	0,33	1,0	0,33	0,33
revésedés	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
fej-lábveszteség	1,0	0,33	0,17	1,5	0,5	0,25
a felöntőhely levágása	—	—	0,07	—	—	0,11
vágás				0,13	0,12	0,13
összes veszt. %	3,5	2,16	2,07	4,13	2,45	2,32
buga / foly. acél %	96,5	97,84	97,83	95,87	97,55	97,68

öntöttek le 21 óra 28 perc alatt. A világrekordot Novo-Lipeckben 70 db 130 t-s konverteradag egymásra öntésével érték el. Az egymásra öntött adagok száma itt átlagosan 10!

Ilyen eredményekhez természetesen a legfegyelmezettebb acélműi munka és messzemenő programtisztítás szükséges. A Meinshausen adatai alapján összeállított *4. táblázat* mutatja az öntési sebesség növekedésének és az időkihasználás javulásának az öntőmű „versenyképességére" gyakorolt hatását. A teljesítménytényezők javulásával éri el az öntőmű a nagyüzemekben szükséges kapacitásszintet, és lesz kedvezőbb a fajlagos beruházási költsége is a nagy blokksorokénál. A táblázat adatai 250·1200 mm-es brammára és 35 perc adagidejű konverteracélműre vonatkoznak.

4. táblázat

Folyamatos öntőművek és blokksorok beruházási költségei

Sebesség m/perc	Teljesítmény t/perc	Önthető adagsúly t	Kapacitás ezer t/év	Beruházási		Költség
				abszolút M$		fajlagos $/t, év
kétszálas öntőgép:						
0,975	4,5	157	905	12		13
1,3	6	210	1210	13		11
1,95	9	315	1820	15		8
kétszálas öntőgép, 2 adag öntése egymás után:						
0,975	4,5	157	1280	12,5		10
1,3	6	210	1730	13,5		8
1,95	9	315	2590	15,5		6
kétszálas öntőgép, 12 adag öntése egymás után:						
0,975	4,5	157	1785	13		7,5
1,3	6	210	2500	14,5		6
1,95	9	315	3590	16,5		4,5
Blokksor + öntőcsarnok:						
			500	7,5		15
			2000	20		10
			4000	30		7,5

Bugagyártás

Az összehasonlító jellegű táblázat ad magyarázatot arra is, hogy miért terjednek a bugaöntőgépek viszonylag lassan. Mivel az öntési sebességet elsősorban a rövidebb oldal hossza határozza meg, a négyszálas bugaöntőgép teljesítménye (és az önthető adagsúly) a táblázatban szereplőknek csak kb. fele, ha az öntött szelvény 250 mm körüli négyzet. Kisebb bugaméretekből viszont az öntőgép teljesítménye ennél is lényegesen kisebb (lásd pl. az *5. táblázatot).*

Ezért az eddigi ismeretek alapján úgy ítélhető, hogy az öntőmű a négyzetes buga gyártásában sokkal inkább a kokilla, mint a bugagyártó hengersor korszerűsített formája lesz. Az acélgyártó kemencék befogadóképességének növekedésével

5. táblázat

Folyamatos öntőművek teljesítménye

Forrás	Szelvény mm	Sebesség m/perc	Egy szál teljesítménye	
			kg/perc	t/h
Trömel, K. Kl. Fachb. 1967. évf. 622. o.	100 ⊡	3,35	250	11...15
	150 ⊡	1,88	317	15...19
	200 ⊡	1,17	350	18...21
	250×350	0,69	450	27
	100×500	1,8	670	15...40
	100×800	1,67	1000	30...60
	200×1000	1,06	1580	45...95
	200×1500	0,96	2160	70...130
	250×1500	0,87	2410	90...145
	250×2000	0,72	2670	100...160
Boemer, W. I. Iron Steel Inst. 1970. évf. 18. o.	140 ⊡	1,65	283	17
	200 ⊡	1,23	367	22
	250×300	0,98	550	33
	250×550	0,73	750	45
Koenig, P. VDI-Zeitsch. 1968. évf. 1365. o.	100 ⊡	3,67	275	12...16,5
	150 ⊡	1,98	333	14...20
	200 ⊡	1,33	400	15...24
	250 ⊡	1,00	465	17...28
	150...250×1000			60...90
	200...250×1500			90...120
Moritz, H. St. u. E. 1970. évf. 171. o.	80 ⊡	2,0	96	5,8
	200 ⊡	1,3	390	23,4
	130 ⊡	1,3	130	7,8
	200×1500	0,7	1580	95
Baumann, H. G. Stahl u. Eisen 1970. évf. 1279. o.	92×160	3,33	372	22,3
	135×160	2,15	355	21,1
	120×120	2,46	268	16,1
	103×227	2,93	522	31,3

ugyanis egyre kevésbé lehet számítani – az öntési idő, a szálak szaporításának hátrányai és a kapacitás szempontjából egyaránt – az öntött keresztmetszetek csökkenésére. A nagy keresztmetszetet előállító öntőművek nagy kapacitásúak és nagyobb üzembiztonságúak. Lényeges előnyök a kokillaöntéssel szemben az egyszerűbb manipuláció, a folyamatos gyártásmenet és legfőképpen az egyenletes minőség. És ezek a legfontosabb tényezők a korszerű kohászati technika szempontjából. Az öntőműhöz – előbb közvetve, majd közvetlenül – csatlakozó hengersor nemcsak a kívánt szelvényt állítja elő az egységes méretű öntött alapanyagból, hanem alakító munkájával lényegesen javítja is annak minőségét. A gyártási hulladék kismértékű növekedése nem nagy veszteség a kohóműi szempontjából, mivel az értékes hulladék nem nagy költségbefektetés után visszatér a gyártási folyamatba.

A Szovjetunióban mér megkezdték olyan berendezéssel a kísérleteket, ahol az öntőműhöz csőbugasor közvetlenül csatlakozik.

A folyamatos öntőmű közvetlen összekapcsolása a hengersorral ennek ellenére ma még nem ajánlatos. Az öntött szál kilépősebessége jelentősen kisebb, mint a hengersor megkívánt befutóoldali sebessége *(6. táblázat).* A hengermű egyetlen erének alapanyagát tehát több öntőmű szál tudja szolgáltatni. Ezenfelül az eltérő ütemidők és az eltérő üzemidőkihasználás miatt is szükséges egyelőre pufferkészlet közbeiktatása az öntőmű és a hengersor közé. Egyelőre azok a módszerek sem mutatkoztak gazdaságosnak, amelyek az öntést alakítással kombinálják. A még meg nem dermedt szál alakítása minőségi szempontból bizonyult hátrányosnak, bár ennek egyesek éppen az ellenkezőjét állítják. Több szál párhuzamos

6. táblázat

A technika mai szintjén elérhető sebességek a gyártási vertikum különböző pontjain

Berendezés	Szelvény mm	Elérhető sebesség m/s	Elméleti óraterm. t/h	Megjegyzés
Drótsor	5,5 ∅	60	39	
	110 □	0,122	39	
Finomsor	12 ∅	20	64	
	110 □	0,193	64	
Bugagyártás				
bugasor	110 □	(5)	1000	60%-os kihasználással
öntőmű (1 szál)	110 □	0,050	16,6	3 m/p, folyamatosan
Finomsorozat:	18 ∅	20	164	
	150 □	0,235	164	
Bugagyártás:				
bugasor	150 □	(3)	1100	60%-os kihasználással
öntőmű (1 szál)	150 □	0,045	27,5	2,7 m/p, folyamatosan

redukálása az öntőmű után pedig a hengersor többberes alakításához képest gazdaságtalan.

Kisüzemekben ennek ellenére 1950 óta keresik a közvetlen összekapcsolás, helyesebben az öntve-hengerlő berendezés megteremtésének lehetőségeit és gazdaságosságát. Ezen vizsgálatok alapkoncepciója az, hogy az öntés után kapcsolt alakítóberendezés segítségével

– növekszik az öntőmű teljesítménye (nő a szelvény, téglalap keresztmetszet önthető, amelynek öntési viszonyai kedvezőbbek),

– egyszerűbb szerkezetű lehet az öntőmű (kisebb érszám, egységesebb szelvény),

– javulnak az öntött buga mechanikai tulajdonságai és felületi minősége,

– a négyszögkeresztmetszetű szelvényből nem, vagy kevésbé jól önthető szelvények is előállíthatók (kör, hatszög stb.), sőt egyetlen szál szelvénye is változtatható.

Az öntve-hengerlő rendszer az öntőmű egy szálának teljesítményét pl. a következőképpen növeli (kg/perc-ben):

	az előállított szelvény, mm		
	100	110	120
alakítás nélkül	230	255	280
1,35-szörös nyújtás	340	380	410
1,47-szeres nyújtás	385	410	470
1,62-szeres nyújtás	420	470	525

IRODALOM

[1] *Schwere, H.:* Klepzig Fachberichte, 1971. évf. 202. old.
[2] Stahl und Eisen, 1970. évf. 1004. old.
[3] *Kulesov, M. M.:* BKL-Kohászat, 1969. évf. 49. old.
[4] *Boemer, W. J.:* Iron Steel Inst. 1970. évf. 18. old.
[5] *Habert, D.:* Stahl und Eisen, 1970. évf. 8. old.
[6] *Pauels, H.:* Stahl und Eisen, 1963. évf. 632. old.
[7] *Koenig, P.:* VDI-Zeitschrift, 1968. évf. 1365. old.
[8] *Meinshausen, G.:* Stahl und Eisen, 1970. évf. 153. old.
[9] *Tarmann, B.:* Klepzig Fachberichte, 1967. évf. 628. old.
[10] *Baumann, H. G.:* Klepzig Fachberichte, 1970. évf. 537. old.
[11] *Schenck, R.:* VDI-Zeitschrift, 1971. évf. 501. old.
[12] *Horváth J. stb.:* BKL-Kohászat, 1971. évf. 564. old.

Feltételezések az acélgyártás jövőjéről

Dr. KORÁN IMRE
okl. gépészmérnök, a közgazdaságtudományok kandidátusa

DK: 669.18(439): 65.016: 519.242

A szerző tanulmányában egyrészt a vaskohászati prognosztikával, másrészt az iparág bonyolult fejlesztési kérdéseivel foglalkozó szakemberek részére dolgozott fel fejlődési összefüggéseket és rajzolt meg fejlődési függvénygörbéket. A tanulmány a következő témákat veszi sorra: a tudományos-technikai fejlődés főbb tendenciái; a keresleti struktúrák várható alakulása; a földrajzi tényezőknek és a technológiák jellegének együttes változásai; a helyettesítő anyagok várható előretörése; az acélgyártási technológiák életalkata és fejlődési függvényeinek görbéi; gondolatok a hazai feladatokról. A tanulmány az acélgyártás, illetve az acélgyártási technológiák várható fejlődését mintegy száz évre valószínűsíti.

A tudományos-technikai fejlődés főbb tendenciái

A legnagyobb mennyiségben használt szerkezeti fémnek, az acéloknak fejlesztését világszerte tudósok, szakemberek százezrei kutatják. Részben teljesítőképességük fokozására törekednek, részben előállításuk és alkalmazásuk gazdaságosabb módjait keresik.

Az ismert fejlesztési irányzatokból itt csak a minőségi tömegacélokra vonatkozó és jelentősebb kutatásokat idézzük. Egyik fő cél, az acéllal való takarékosság elősegítése az anyagszerkezet alaposabb megismerése alapján. Ugyanis jelenleg az acélok belső szövetszerkezete nem eléggé homogén. Az ebből származó viszonylag nagy viselkedési szóródás következtében, a konstruktőrök a névleges képességnek biztonsági okokból a felével, némelykor még kisebb arányával számolnak és a drága szerkezeti acélokat kényszerűen pazarolják. Remélhető, hogy a gyártási technológiák és a minőségi ellenőrzés fejlődésével a tulajdonságszóródás a mainál csekélyebb és az acélok teherbíró képességének hasznosítása már a közeljövőben számottevően nagyobb lesz a mainál.

A sajátos törekvések közül a fémfizika tudományos eredményeinek felhasználásával a mikroötvözést, a szemcsefinomítás továbbfejlesztését, valamint a többszörösen növelt folyáshatárú és szilárdságú szerkezeti acélok piacon, olcsó árakon való megjelenését emelhetjük ki. Közben az ily módon felfokozott képességű szerkezeti acélokat mind több előnyös és szükséges tulajdonsággal – például légköri korrózióállósággal – ruházzák fel. Végső cél a különböző feladatok ellátására tervezett, olcsó, kis mechanikai paraméter-szórású minőségi szerkezeti acél előállítása. Az ilyen acélok tervezését a nem távoli jövőben már feltehetően fémfizikusok irányítják, komputerek végzik el és gyártásuk teljesen automatizált gyárakban történik. Ez a fejlődés a jövőkutatók szerint az iparilag leghaladóbb térségekben mintegy 50 éven, s az egész földkerekségén pedig egy évszázadon belül várhatólag megvalósul.

A keresleti struktúrák várható alakulása

A keresleti struktúrákat rendszerint sok, de mindenesetre több tényező, s összefüggés határozza meg. Az előzőekben utaltunk arra, hogy a szilárdsági képességek fokozásával és ezek szóródásának szűkítésével az adott feladatot kevesebb acéllal, vagy adott acéllal nehezebb feladatot oldhatnak meg. Ily módon a követelmények növekedése, – a minőség – determináló tényező.

A másik alapvető keresleti struktúra alakító tényező, a felhasználók szakterületi megoszlásának változása a vizsgált földrajzi egységen belül, amit ismét a gazdasági fejlettség foka határoz meg. A gazdasági fejlettség szintmutatója, az egy főre jutó $/fő nemzeti jövedelem és a kg/fő acélfejadag között általában elég szoros együtthaladási korreláció tapasztalható, amikor a szóban forgó gazdaság termelési szerkezete nem különleges (pl. Svájcé) és legalább közepes acélintenzitás (amikor az acélfejadag kb. 300 kg/fő) jellemző rá. Ilyen formán a keresleti struktúrák változása fő vonásokban előre becsülhető abból az ismert fejlődési tendenciából, amely szerint a kg/fő acélfejadag és az életszínvonal emelkedésével a tartós fogyasztási javak aránya a beruházási termékek terhére növekszik, ahogyan azt az *1. táblázatunk* szemlélteti.

1. táblázat

Acéláru felhasználás megoszlása	Felhasználási %, ha a kg/fő fejadag		
	100	300	600
Beruházási célokra	90	70	50
Fogyasztási javakhoz	10	30	50

Az irányzat következménye a kg/fő acélfejadag növekedéssel együtt a kész acéláruk szükségletének eltolódása a lemezféleségek és a könnyű szelvények (huzal, cső, hidegen hajlított szelvény stb.) irányába. Ugyanakkor növekszik a felületén fényesen sima hidegen utánalakított pontos méretű, alakhű, valamint a bevont felületű áruféleségek kereslete.

Jelentős keresletet alakító tényező az alakíthatóság, a megmunkálhatóság egyre fokozódó követelménye. A jövő minőségi tömegacéljainak többi között szükség szerint a jó képlékenyalakíthatóság, a jó forgácsolhatóság, a biztonságos egyszerű hegeszthetőség kívánalmait teljesíteniök kell.

Végső soron a keresleti struktúra jövőben várható alakulását a műszaki-gazdasági fejlődési analógiák (a fejlett ipari országok tapasztalatai) alapján, illetve a tudományos-technikai fejlődési irányzatok figyelembevételével több évtizedre előre becsülni lehet.

A földrajzi tényezőknek és a technológiák jellegének együttes változásai

Végig tekintve az acéltermelés fejlődésén, a természeti, valamint a gazdasági és műszaki feltételek rendkívüli és más alapanyag-kitermelő ágazatoknál általában szokatlan változásainak lehetünk tanúi. Vegyük sorba a jelentősebbeket.

Korszakot jellemző évszám	Gyártelepítési feltételek, földrajzi tényezők	Termelési technológiai sajátosságok
I. kb. 1770	Érctelep, erdőség, faszén, folyóvíz, vizesés.	Vasolvasztó kemencék, vasfinomító hámorok.
II. kb. 1870	Érc- és szénbánya, ipari víz, kokszolható és generátor szén, munkaerő, helyi bányászat és kohászat	Folyékony nyersvas és foly. acél légfúvásos konverterek, a SM acélművek.
III. kb. 1970	Kedvező érc és koksz beszerzés, érc- és szénszállítóhajók, mélytengeri kikötők, földgázellátás, előnyös áruértékesítési utak, piacok..	Ércdúsítás és darabosítás, óriáskohók, oxigénes intenzifikálás és LD-acélművek.
IV. kb. 2070	A nagyfogyasztók közelsége, ipari színvas (ócskavas és érc-vas) források, olcsó hő- és villamos energia, környezetvédelem, s tervszerűbb áruértékesítés.	Ércvasra redukáló művek, óriási O-vas visszanyerő gyárak, folyamatos automatizált minőségi acélgyártás.

A négy korszakot (merev határok nélkül) gazdaságilag vizsgálva a következő lényeges sajátosságokat és fejlődési irányzatokat figyelhetjük meg.

ad. I. A vállalkozások nagymértékben függöttek a nagy kiterjedésű és faszenet adó erdőségek birtokosainak kategóriájától (pl. magán, egyházi, vagy kincstári) és állásfoglalásától.

ad. II. A vasérc és szénbányákra települő helyi montánipar a nyersanyag lelőhelyek közelségében rejlő komparatív előnyökre építette nagyipari vállalkozását, rendszerint részvénytársasági formában.

ad. III. Az acélszükséglet igen gyors növekedése, a tengerentúli földrészeken feltárt kiváló és olcsó nyersanyagok, meggyorsították az iparági vállalkozások koncentrációs folyamatait. A tengerpartra települő vaskohászatban már a dinamikus jellegű komparatív előnyökre, vagyis a társadalmi, illetve iparági munka szervezettségében, hatásfokában rejlő, dinamikájában megvalósuló és állandóan újjáalakítható gazdasági mozgásformákra kezdenek a nagy tőkeerejű vaskohászati vállalkozások irányt venni. Szerepe van ebben annak, hogy ott kvalifikált munkaerőpiac létesíthető az árufelvevő piacok pedig (vízi úton) viszonylag olcsón megközelíthetőek.

ad. IV. A következő évszázadban nagyon valószínű, hogy az iparági településekben kétféle irányzat fog érvényesülni. Egyrészt nyilván folytatódik a tengerpartra, vagy esetenként a kontinentális nyersanyagbázisra települt óriási egységek üzemben tartása, főleg oxigén-fúvásos konverteres (LD) acélművekben, kis választékú minőségi tömegacélt állítva elő. Néhány évtizedig valószínűleg érvényesülni fog a gigantikus beruházott tőke konzerváló hatása. Másrészt feltehetően az ezredfordulóra megoldódik és általánosan terjedni kezd a folyamatos és teljsen automatizált differenciált acéltermelés, a felfokozott mechanikai és egyéb követelményeknek eleget tevő acélok gyártására. Ezek telepítésénél előreláthatólag előnyben részesítik a nagy fogyasztó körzetek (ipari felhasználók) közelségét, ahol kvalifikált szolgáltató gépipari szektor látja el az automatizált gyárak üzemben- és karbantartását, s helyben vannak a magasan képzett szakemberek, valamint az olcsó energiát biztosító *szuper- hő- és villamosenergia* centrálék.

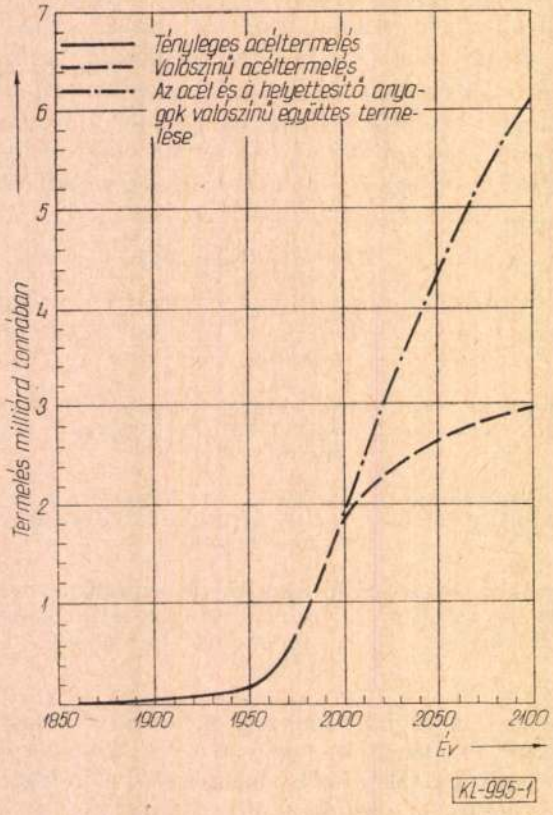
Kedvez az utóbbi irányzatnak a nagy ócskavas-visszanyerő üzemek szomszédsága és a tengerparti ércredukáló telepekről vásárolható előreláthatólag viszonylag olcsó ipari *ércvas* (fémesített pellet). Ehhez az irányzathoz kapcsolódik az elektroacélgyártás már is kibontakozóban levő, nagy belsőterű ívkemencékkel dolgozó (pl. a „mini" acélművekben) korszerű változata. A vázolt fejlődés igen alkalmas differenciált termékválasztékú közepes (pl. 400–800 et/év) kapacitású üzemek telepítésére.

Természetesen gyorsan fejlődő világunkban az erőforrások helyenkénti elégtelensége, a gazdasági (sőt néhol a technikai) korlátok és az integrációs érdekek következtében a különböző földrajzi térségekben eltérő sebességű és átmeneti időtartamú fejlődés valószínű.

A helyettesítő anyagok várható előretörése

A vas- és acélféleségeket helyettesítő anyagok az elmúlt évtizedekben nem sok sikert arattak. Mennyiségileg az acélfelhasználásnak alig néhány százalékát voltak képesek helyettesíteni. Az acélok kitűnő mechanikai és technológiai tulajdonságaik, főleg szilárdságuk, szívósságuk, de viszonylagos olcsóságuk révén is közismerten a legelterjedtebb (kb. 95 súly %-ban) szerkezeti fémanyagok pozícióját foglalják el immár évszázadok óta és évi termelésük éppen napjainkban közelítette meg az 600 millió tonnát.

Azonban a világgazdaság anyagi bázisának kémiai és anyagszerkezet-fizikai tudományos forradalma már is feltárt néhány olyan helyettesítő anyagot, illetve megoldást, amelyek rohamos térfoglalása bizonyosra vehető. Egyik legesélyesebb versenytárs a kísérleti szinten mind szélesebb körben (pl. versenyautó karosszériákhoz, aknaszedő tengeri hajók testéhez és gépi felszereléséhez) alkalmazott kristálysörtékkel (whiskerekkel) erősített „kompozit" szerkezeti anyagok csoportja.



1. ábra. Az acélok és az azokat helyettesítő szerkezeti anyagok termelésének extrapolált trendje

A 800–1500 kp/mm² szilárdságú kristálysörtékkel részben fém, például alumínium, titán, részben műanyag-lemezeket rétegelnek és ezekből különböző szerkezeti elemeket formálnak. Tudóskollektívák szakvéleményező előrejelzése szerint az ezredforduló táján a kristálysörte betétes újszerű szerkezeti anyagokkal szemben az acélok teljesítőképességben sem és feltehetően nagyrészt az árak tekintetében sem lesznek versenyképesek. Igy többi között a járművek, az épületek váz- és héjszerkezetei elsősorban sörtebetétes anyagokból, rétegelt lemezekből előállított elemekből fognak készülni.

Vajon milyen arányban fogja a helyettesítő anyagok, elsősorban a kristálysörbetétes szerkezetek építésének terjedése az acélkeresletet és az acéltermelést visszaszorítani? Erre az *1. ábránkon* kísérelünk meg tájékoztató képet rajzolni.

Az 1. ábra extrapolált termelési trendjeivel elsősorban a tendenciákat kívántuk jelezni. Exponenciális függvényeket alkalmazva, az éves növekedési ütemeket logisztikai görbén elemezve, a népesedés, a városiasodás, a technizálódás, az iparosodás és a közlekedés-fejlődési analógiákat szem előtt tartva a következő feltételezésekkel éltünk (a korrelációkra részletesen nem térünk ki).

– Az éves növekedési ütemek valószínűleg folyamatosan csökkenőek lesznek, pl. 1950–60. között 6,3; 1960–70 között 5,5; 1970–80 között 4,7; 1980–90 között 3,9; 1990–2000 között 3,1%.

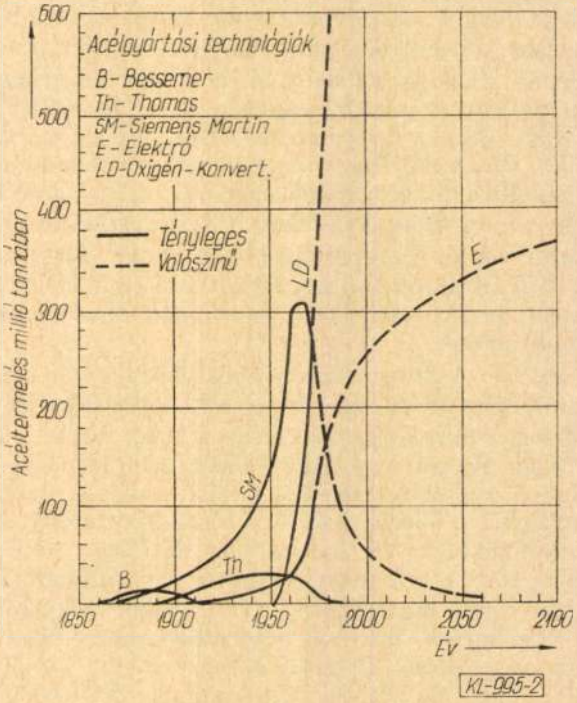
– A helyettesítő anyagok számottevő térfoglalását valamennyi prognózis 2000 körül jelzi. Az összesített acél plusz helyettesítő szerkezeti anyagtermelés évi növekedését 2000–2050 között 1,6; 2050–2100 között pedig 0,8%-ra lehetett becsülni. Ugyanis egyrészt az anyagok teljesítőképességének, fokozódása, másrészt a helyettesítő anyagok lényegesen kisebb fajsúlya következtében, egységnyi súlyú szerkezeti anyagnak a maihoz képest legalább 2–3-szoros teljesítmény szükségletet kell tudni kielégíteni.

– Az acélok részvételét, a jelenleg acélok által kiszolgált igények kielégítésében 2100 körül mintegy 50 százalékosra lehetett becsülni. A szakvéleményező jövőjelzések úgy vélik, hogy ugyan az acélok uralkodó szerepét a kristálysörte-betétes szerkezeti anyagok átveszik, azonban a minőségi szénacélok, a gyengén ötvözött fokozott képességű acélok továbbra is az egyszerű általános szerkezeti fémek, az erősen ötvözöttek pedig a speciális szerkezeti fémek maradnak. Mindezt más oldalról alátámasztja az is, hogy a feltételezett műszakigazdasági fejlődés földrészenként, sőt országonként valószínűleg eltérő sebességgel fog megvalósulni. Az acéltermelés az 1. ábra extrapolált trendje szerint 2000 és 2100 között már csak kb. évi 0,6%-kal növekednék.

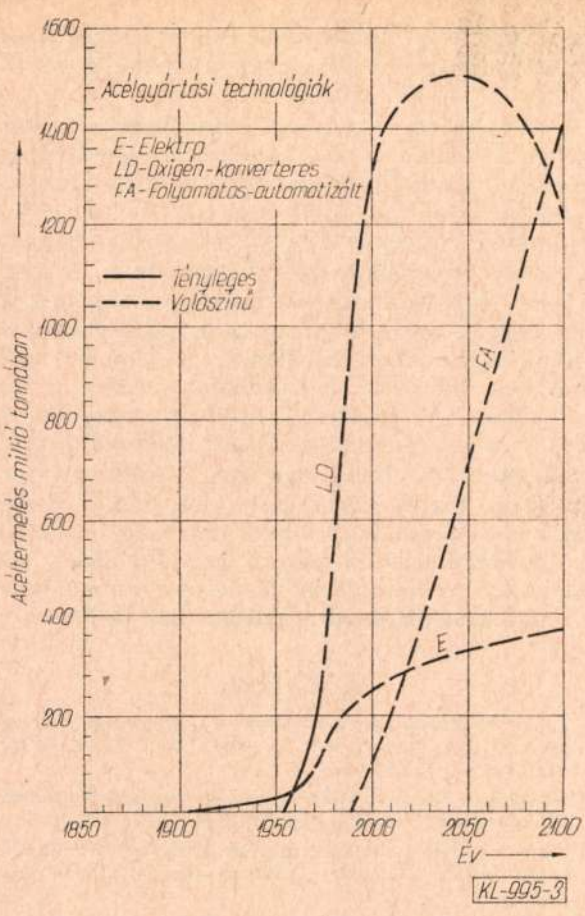
A különböző módszerekkel elemzett és extrapolált (szerkezeti acél plusz helyettesítőanyag) termelési trendekkel, főleg ezen terület valószínű fejlődési tendenciáinak sajátosságát kívántuk jelezni. Ezért az egyébként szokásos maximum minimum határ, illetve megvalósulási sáv-analízisektől eltekintettünk.

Az acélgyártási technológiák életalkata és fejlődési függvényeinek görbéi

Az acélgyártási technológiák nagyipari fejlődését köztudottan a folyékony acélt előállító légátfuvásos-konverteres Bessemer és Thomas, vala-



2. ábra. A 19. és 20. század acélgyártási technológiának életalkat-függvénygörbéi



3. ábra. A 20. század második felében és a 21. században valószínűleg uralkodó acélgyártási eljárások életalkatfüggvény-görbéi

mint a regeneratív fűtésű lángkemencés Siemens–Martin eljárások megjelenésétől (kb. 1860–1880 között) számíthatjuk. Közülük a Bessemer 1920 körül, a Thomas 1980 táján, a Siemens–Martin eljárás pedig várhatólag 2050-ig életpályáját lefutotta, illetve lefutja, vagyis ezen időpontoktól a folyékony acél termelésében számottevő arányban nem vesznek részt. (Szórványosan még előfordulhatnak.) A *2. ábrán* megrajzolt életalkatgörbék az elmondottakat kívánják szemléltetni.

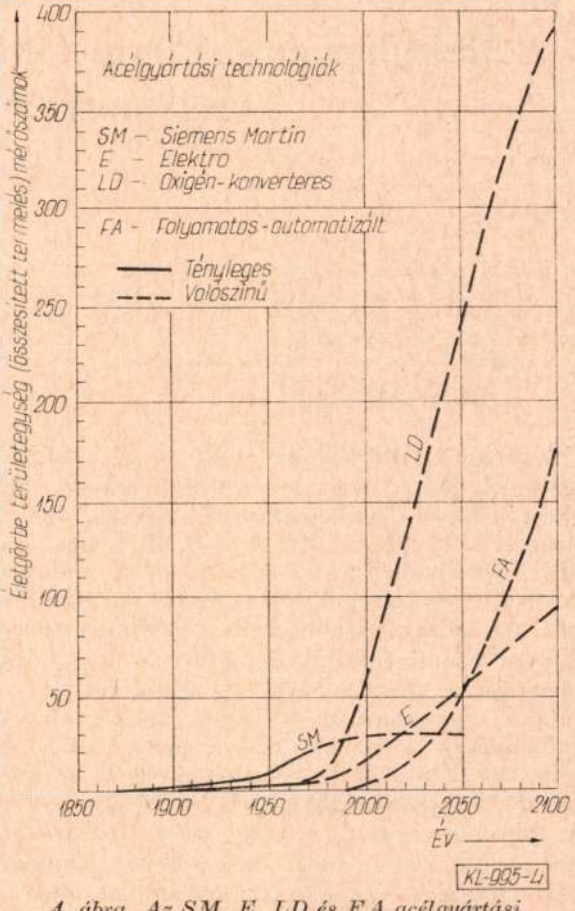
Mint ismeretes az acélgyártási technológiák családja a 20. század elején az elektró acélgyártás, míg a század derekán az oxigén ráfuvásos konverteres (LD) eljárás belépésével gazdagodott. Azonban felfutásuk és távlatuk eltérő sajátosságokat mutatnak. Nézzük ezeket külön-külön.

Az elektroacélgyártás (E) a század első felében igen lassan emelkedett és alkalmazása jóformán a nemesacélok termelésére korlátozódott. A lassú elterjedés fő okának a viszonylag drága villamos üzemet tekinthetjük. A villamosenergia egységára (a vízierőművekét kivéve) csak az ötvenes évektől kezdve esett a jellemző 2 dollár-cent/kWó-ról napjaink 1,5, majd 1,0 és igen nagy erőművekben 0,5 cent/kWó-ra. Ezt az erőműtechnika rohamos fejlődése, így többi között a nagy 200–800 MW teljesítményű gépegységek, a 170–300 ata nyomású és 560–600 °C hőmérsékletű gőz használat tette lehetővé. Két-három évtizeden belül pedig óriási atomerőművekben 0,1–0,2 cent/kWó villamosenergia egységárral számolnak. Ezek a tényezők a vaskohászati metallurgiai fejlődéssel és a gazdaságnövekedési igényekkel együtt, az elektroacélgyártásnak nagy jövőt és igen hosszú életet tesznek valószínűvé. A 2. ábrán megrajzolt elektroacélgyártási életgörbén még nem lehetett a „csúcs" elérését jelezni, vagyis 2100 táján még mindig a függvény-görbe felszálló ágán fog a fejlődés mozogni és részvétele a világ acélgyártásában jelentős lesz.

A következő évszázadban (1970–2070 között) az uralkodó acélgyártási eljárás minden bizonnyal az oxigén-ráfuvásos konverteres technológia (LD) lesz. Életgörbéjét a *3. ábrán* kíséreltük meg valószínűsíteni. Eszerint a függvény csúcsértékét a 2030–2050 évek táján érné el és kezdődnék részvételi arányának a világ acéltermelésében való csökkenése: helyet adva az újabb fejlődési irányzatok előretörésének.

Szakkörök arra számítanak, hogy az ezredfordulóra a folyamatos teljesen automatizált (FA) acélgyártás kilép a laboratóriumi, illetve félüzemi szakaszból és rohamosan el fog terjedni. A 3. ábrán a valószínűsített acéltermelés gyártás-technológiai struktúra-elemzésével a folyamatos-automatizált (FA) eljárás életgörbéjének 2100-ig terjedő felszálló szakaszát is berajzoltuk.

Az életalkat függvény-görbék grafikus integrálásával megkaptuk a jelenlegi ismereteink szerint négy legjelentősebb acélgyártási eljárás (SM, E, LD, FA) jellemző „fejlődési" függvényeit. A *4. ábrán* feltüntetett görbékből a következő fejlemények olvashatók le.



4. ábra. Az SM, E, LD és FA acélgyártási technológiák időbeni fejlődési ütemét jelző függvénygörbék

– Az SM-technológia 1960–1970 körül érkezett el fejlődésének forduló pontjához, azóta elhalásának üteme meggyorsult.

– Az E-acélgyártás görbéjén a fordulatot jelentő inflexiós szakasz még nem észlelhető.

– Az LD-eljárás igen meredek fejlődési görbéjén az inflexiós szakasz 2040 táján jelenik meg.

– Az FA megoldások feltehetően a görbe által jelzett gyors ütemben fognak terjedni.

Valamennyi előre, illetve jövőt jelző görbe az egymás között összefüggő műszaki-gazdasági szintemelkedés és elterjedés mozgása által kiváltott változásokat törekszik érzékeltetni.

Gondolatok a hazai feladatokról

A várható fejlődés fogadására nyilvánvalóan sokoldalú és folyamatos, soha meg nem torpanó felkészülés szükséges. Vegyük sorba a fontosabbakat.

Az oktatásban a gyors mozgásban levő tudományos, műszaki, gazdasági fejlődés érzékelésére, mérésére és értékelésére, illetve ezek hasznosítására képes alkotó észjárás kifejlesztése, valamint a folyamatos tanulás megtanítása az alapvető feladatok.

A kutatásban, fejlesztésben a minőségi és gazdaságossági problémák elsőbbsége biztosítandó. A fémfizikai módszerek felfuttatása a tudományos-műszaki kutatásokban az optimum keresés a műszaki-gazdasági megoldásokban, pl. licencia vásárlásoknál és általában a döntés előkészítésében a tudományos előrejelzések rendszeressé teendők.

A termelésben, a termelő berendezések fejlesztésében kívánatos az e tekintetben élenjáró térségekben észlelhető tudományos, technikai és gazdasági fejlődés irányzatait szem előtt tartani. Csak életképessé-perspektivikus gyártási technológiákat és gyártó felszerelést szabad fejleszteni. A meglevőeket pedig ugyancsak a fejlődési tendenciákkal összhangban célszerű fenntartani, vagy gondozni.

Mindezekhez azonban világszínvonalon álló acélkeresletet támasztó felhasználókra, illetve felvevőpiacra van szükség, amelyet reméljük az iparág magas műszaki-gazdasági felkészültséggel, jövedelmező üzemvitel keretében, s korszerű szervezettségi fokon képes lesz kiszolgálni. Tettre ösztönző szép feladatok ezek, amelyeket tudással, alkotó hozzáállással, ésszerű gazdálkodással, de nem utolsó sorban a technológiai és a munkafegyelem megszilárdításával teljesíteni kell és lehet.

IRODALOM

[1] *Dr. Verő József:* A szerkezeti anyagok és a gyártástechnológia következő negyben éve. BKL-Kohászat, Bp. 1970. 3. sz.

[2] *Dr. Korán Imre:* Jövőkutatás és gazdasági előrejelzés. Közgazdasági és Jogi Kiadó, Bp. 1972. 230. p.

[3] Stahl und Eisen, Metal Progress, Iron Age és más időszaki lapok, valamint dokumentációs kiadványok közlései.

Meleghengersori termelőkapacitás tartalékainak feltárását megkönnyítő néhány új eljárás

Dr. LŐRINCZ OSZKÁR okl. kohómérnök, gazdasági mérnök
Ózdi Kohászati Üzemek

DK: 621.771.016.2: 65.011

A szerző a hengermű kapacitást befolyásoló tényezők közül a teljesítmény összetevőinek, a műszaki és technológiai jellemzők és a program jellemzőinek értékeléséhez mutat be olyan általános számítási eljárást, amelynek konkrét hengerművekre történő adaptálása hasznos lehet a teljesítménytartalékok feltárásához.

Az ország II. világháború utáni hengereltáru termelésének döntő részét a régi, túlnyomórészt elöregedett hengerművekben állították elő. Az 1965. évi termelés 50%-át az 1920 előtt épült hengersorok adták [1]. Ebben az időben, 1953 után épült hengersorok termelésének részaránya csupán 39% volt. Az 1970. évi hengerelt készárútermelésben a Dunai Vasmű és Lenin Kohászati Művek középhengerművének már 53% a részesedése [2].

Az új hengerművek — LKM nemesacélműve, Ózdi Kohászati Üzemek rúd-drótsora — üzembelépése ezt az arányt tovább javítja, de az üzemben maradó régi hengerműveknek változatlanul jelentős szerepük marad a hengereltárú-termelésben, annál is inkább, mivel jó ideig újabb, a legmodernebb technikát képviselő termelőberendezések építésére nem lesz lehetőség. A hengereltárú-termelés növelését a meglevő üzemek korszerűsítésével kell megoldani. Tekintettel arra, hogy a vállalatok jelenlegi és megítélhetően a közeljövőbeni pénzügyi helyzete sem lesz olyan, hogy a már elhatározott hengerműi korszerűsítést időben és az eredeti elképzelések és tervek szerint valósítsák meg, egyre nagyobb jelentőségűvé válik a meglevő tartalékok teljes mértékű számbavétele és kihasználása.

Ez a körülmény a figyelmet a hengerművek kapacitásának elemzésére, a meglevő és ismert módszerek továbbfejlesztésére, vagy az ismert módszerek olyan alkalmazására irányítja, amik a tömeges adatok korszerű, számítógépes feldolgozását lehetővé és könnyebbé teszik.

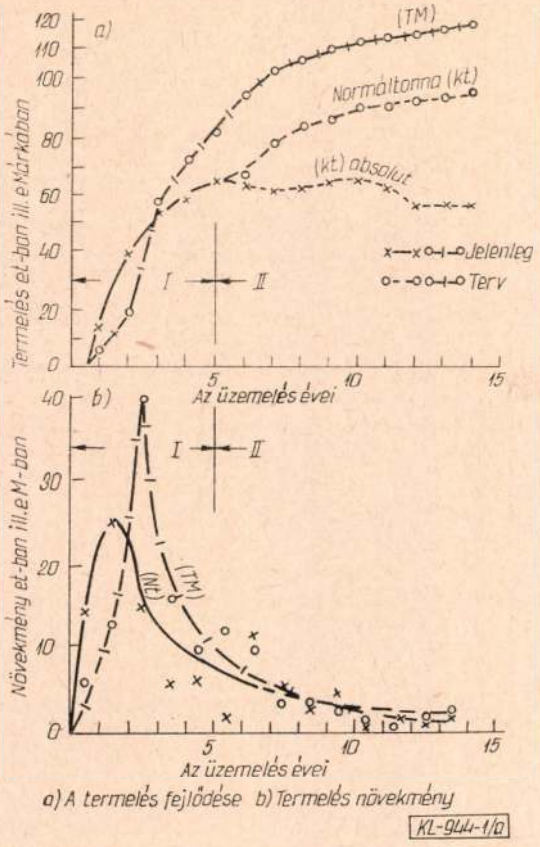
A hengersori kapacitás összetevőinek vizsgálata

Mindenfajta termelőberendezés kapacitása függ a termelőberendezés

— műszaki-technikai jellemzőitől, több gyártmány esetén

— a termelési programtól és a naptári időalapból igénybe vett

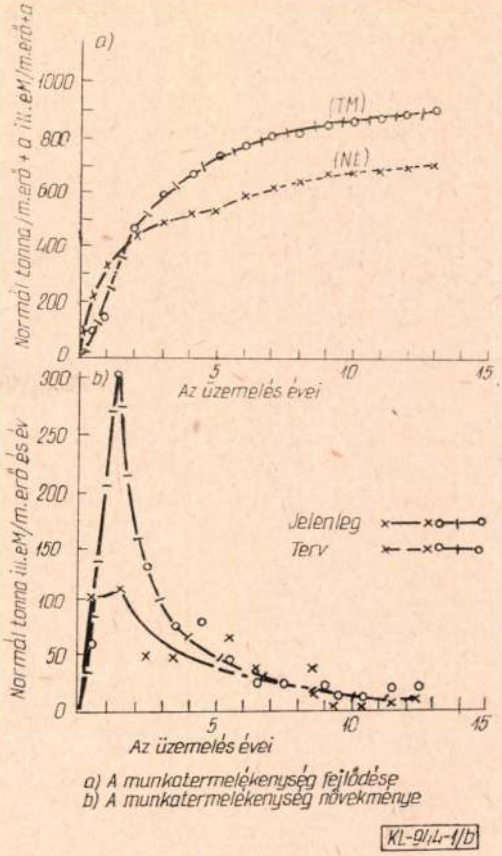
— üzemórák számától.



a) A termelés fejlődése b) Termelés növekmény

KL-9144-1/a

1a ábra. Termelés és termelésnövekmény fejlődése



a) A munkatermelékenység fejlődése
b) A munkatermelékenység növekménye

KL-9144-1/b

1b ábra. A munkatermelékenység fejlődése

Az alkalmazott technológián alapuló technikai színvonal és a termelési program derteminálja a termelőberendezés teljesítményét, amely egyben a munkatermelékenység és a termelés intenzív tényezője, míg az évi üzemórák száma a termelés extenzív eleme.

A kapacitás ezen tényezői egyben utalnak arra is, hogy a vizsgálatokat a termelékenységben és a termelésben betöltött szerepük szerint célszerű elemezni, külön foglalkozva az extenzív és külön az intenzív tényezőkkel.

Régi építésű és üzemelő hengerműveknél általában megfigyelhető két fontos tendencia. Ezek közül egyik az, hogy a naptári időkihasználás az évek során meglehetősen megnőtt. Ez annak a következménye, hogy a hengerművek munkaszervezése javult, a karbantartás technikai és szervezeti színvonala jelentősen fejlődött, és a gépi berendezések egyszerűbb volta is lehetővé tette a viszonylag kisebb TMK-időráfordításokat.

Másik tendencia, hogy a technikai korszerűsítések és újítások hatására nő a hengerműi termelés és termelékenység abszolút értéke. Ugyanakkor ennek ellenére csökken a termelés- és teljesítménynövekmény, ami *Skarupke* [3] vizsgálatai szerint arra vezethető vissza, hogy a teljesítmény ahhoz a technológiai optimumhoz közeledik, amelyet a hengersor konstrukciója meghatároz *1a, b ábra.*

Ezt a megállapítást egyik hengerművünknél végzett vizsgálat [4] is jól alátámasztja *2. ábra.*

Ezeket a teljesítményszinteket csak a konstrukció és a műszaki paraméterek megváltoztatásával lehet túllépni.

Modernebb termelőberendezéseknél ehhez képest más viszonyok találhatók és más tendenciák érvényesülnek, amelyek olyan tényezőkben jelentkeznek, mint a

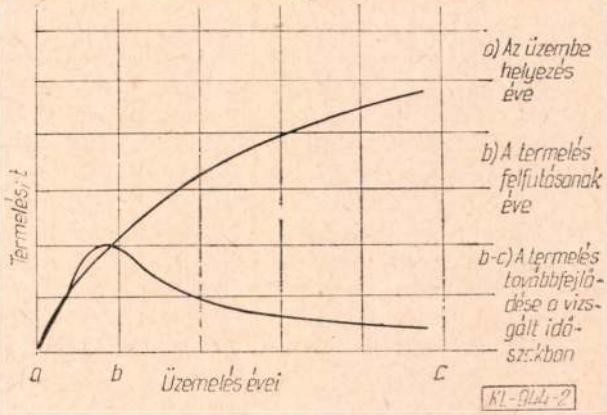
— jelentősen nagyobb teljesítmény (a szűkebb célú program és a műszaki színvonal jelentős különbsége következtében),

— a naptári időkihasználás értéke — legalábbis az üzembehelyezés időszakában — lényegesen kisebb,

— a naptári idő és az üzemidő viszonya (az állványkonstrukciók és a korszerű szerelvények következtében) kedvezőbb.

Bármelyik, korszerű vagy régebbi termelőberendezés vizsgálatáról van is szó, a naptári időkihasználás

$$k_{\text{napt}} = \frac{\text{üzemóra}}{\text{naptári óra}}$$



KL-9144-2

2. ábra. A termelés és termelékenység fejlődése

egyszerű okokra bontható és könnyen elemezhető. (Éves főjavítás, TMK-javítás, fizetett ünnepek stb.)

Hasonlóan viszonylag egyszerűen áttekinthetők és számbavehetők az üzemidő kihasználását

$$k_{\ddot{u}} = \frac{\text{forgási óra}}{\text{üzemóra}}$$

befolyásoló okok, amelyek között általában legnagyobb tételt az üregváltásra, igazításra, valamint a hengercserére fordított idő jelenti.

A hengersor teljesítményének összetevői és egyes tényezőinek vizsgálata mutathat rá legjobban a kapacitásnövelés legcélszerűbb módjára, de a gyártmányösszetételtől függő hatásokat [5] és a műszaki-technikai adottságokat tüköző körülményeket termékmélységig kell elemezni.

A hengersor átlagos teljesítményének számértéke ($\overline{T}$) önmagában is utal a termelés színvonalára, de nem nyújt teljes információt akkor, ha az statisztikai összesítés eredménye, például ha az alábbi [6]:

$$\overline{T} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i i_i}{\sum_{i=1}^{n} i_i} \text{ (t/ó), ill. } \overline{T} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i i_{i\%}}{100} \text{ (t/ó)}$$

ahol i 1, 2, 3, . . n számú termék
T_i az i-edik termék teljesítménye (t/hengeróra,
i_i az i-edik termék üzemórája (ó)
$i_{i\%}$ az i-edik termék hengerlési idejének %-os megoszlása (%)

Lényegesen több információt szolgáltat az átlagos teljesítmény a hengerlés technikai színvonaláról akkor, ha T_i az alábbi tényezőket tartalmazza [5]:

$$T_i = v_i g_i c_{k_i} t \text{ (t/ó)},$$

ahol v_i hengerlési sebesség (m/sec)

g_i folyómétersúly $\left[\frac{\text{kg/m}}{1000\ \text{kg/t}}\right]$

t 3600 s/óra

c_{k_i} a hengerlési óra kihasználási tényezője, ami a gyakorlati és az elméleti t/ó teljesítmény hányadosa.

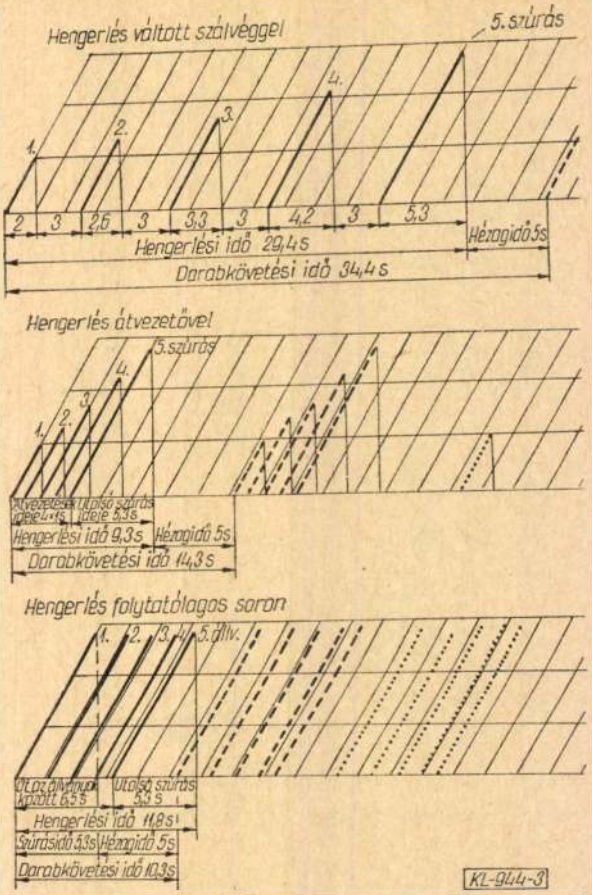
Ez esetben az átlagos teljesítmény is a termékek ilyen átlagából képzett $\overline{T} = \overline{v}\overline{g}\overline{c}_k t$.

Az átlag teljesítményt és a naptári- és üzemidőkihasználás számértékeit figyelembe véve a hengersor teljes gyártmányválasztékára számított éves termelési kapacitás:

$$K = k_{\text{napt}} \cdot k_{\ddot{u}} \cdot 8760\ \overline{\text{T}}\ \text{(t/év)}$$

Előfordulhat azonban, hogy a hengerművek jó részében nincs meg a lehetősége T_i fenti módon való rendszeres nyilvántartására. Mindenütt, ahol műszaki normák képezik a teljesítményelszámolás alapját, a darabkövetkezési idő ismert, így

$$T_i = \frac{3600 G}{m \cdot t_{\text{köv}}} \text{ (t/ó)}$$



3. ábra. Drótsori előnyújtósor termelékenysége különböző hengerlési rendszerekkel

ahol G darabsúly (t)
$t_{\text{köv}}$ darabkövetkezési idő/sec.)
m fajlagos anyagfelhasználás (t/t)

A $t_{\text{köv}}$ időt általában a hengerlési menetdiagramból határozzuk meg, aminek legegyszerűbb alapeseteit [7] a *3a, b, c. ábra* mutatja. Ezeknek tényleges elkészítése (működő hengersornál az elkerülhetetlen) nehézkes és fárasztó, ezért célszerű az adott hengersor állványelrendezését, szúrásterveit és átvezetési módját figyelembe vevő, a jellemző hengersori kapacitást megszabó állványcsoportra az alábbihoz hasonló számítást végezni — ami esetünkben a 3. ábra adottságaihoz igazodik [6] — ami számítógépes feldolgozást is lehetővé tesz.

A 3*a ábra* alapján váltott szálvégű hengerlésnél

$$t_{\text{köv}_v} = \sum_{j=1}^{n} \frac{l_j}{v_j} + \Sigma i_{szk} + i_h,$$

a 3*b ábra* alapján átvezetéssel történő hengerlésnél

$$t_{\text{köv}_a} \leqq \frac{l_j}{v_j} + \Sigma i_{\text{átv}} + i_h,$$

a 3*c ábra* alapján folytatólagos hengerlésnél egy érre vonatkoztatva

$$t_{\text{köv}_f} = \frac{l_j}{v_j} + i_h$$

j 1, 2, 3 . . . n szúrások száma
l_j szálhossz a j-edik szúrásban, illetve a szűk keresztmetszeti helyen

v_j hengerlési sebesség a j-edik szúrásban, ill. a szűk keresztmetszeti helyen (m/sec)
i_{szk} szúrásközi idő (s)
$i_{átv}$ átvezetési idő (s)
i_h hézagidő (s)

A c_k kihasználási tényező kiszámításának egy lehetősége is kínálkozik $t_{köv}$ idők felhasználásával.

Váltott szálvéggel történő hengerlés esetén

$$c_{ki_v}=1-\frac{1}{t_{köv_v}}(\Sigma i_{szk}+i_h)$$

átvezetéssel történő hengerlés esetén

$$c_{ki_a}=1-\frac{1}{t_{köv_a}}(\Sigma i_{átv}+i_h)$$

folytatólagos hengerlésnél

$$c_{ki_f}=1-\frac{1}{t_{köv_f}}i_h$$

Ez esetben a sok méretet magában foglaló garnitúránkénti, statisztikai úton rendelkezésre álló teljesítményadat (T_i) felhasználásával (g_i) az átlagos folyómétersúly meghatározható, ami egyébként csak a teljes termelés Hollerith rendszerű feldolgozása útján vagy elektronikus úton történhet meg. Ezek alapján:

$$g_i=\frac{T_i}{v_i c_{ki} t}\ (\mathrm{kg/m})$$

Minthogy az átlagos teljesítmény

$$\overline{T}=\frac{\sum_{i=1}^{n} T_i i_i}{\sum_{i=1}^{n} i_i}=\bar{v}\bar{g}\bar{c}_k\bar{t}$$

összetevőire vonatkozóan teljes információval rendelkezünk, kezdetét veheti a belső összefüggések feltárására irányuló elemzés. (A bázis időszaknak a tárgyi időszakra vonatkozó, termelésváltozással kapcsolatos teljesítményelemzésével – indexszámításokkal, korrelációs számításokkal – már korábban foglalkoztunk [5], ezért erre itt nem térünk ki.)

A teljesítmény összetevőinek vizsgálata

Az átlagos hengerlési sebességhez viszonyított eltérések és szórások meghatatározása az alábbi módon történhet.

$$d_{iv}=v_i-\overline{v},$$

azaz

$$d_{iv}=v_i-\frac{\sum_{i=1}^{m} v_i i_i}{\sum_{i=1}^{m} i_i};$$

az átlagos eltérés (abszolút) értékének nagysága:

$$\delta_v=\frac{\sum_{i=1}^{n} i_i\,|d|}{\sum_{i=1}^{n} i_i},$$

azaz

$$\delta_v=\frac{\sum_{n=1}^{n} i_i\left|v_i-\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i i_i}{\sum_{i=1}^{n} i_i}\right|}{\sum_{j=1}^{n} i_i}$$

A szóródás (σ) pedig:

$$\sigma_v=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} i_i\left(v_i-\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i i_i}{\sum_{i=1}^{n} i_i}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} i_i}}$$

A szóródási együttható (V) vagy relatív szórás:

$$V_v=\frac{\sigma_v}{\overline{v}}$$

Hasonlóan számíthatjuk a folyómétersúlynak az átlagtól való eltérését és szórását is az alábbiak szerint:

Az egyes termékek és az átlagos folyómétersúly különbsége:

$$d_{ig}=g_i-\overline{g},$$

azaz

$$d_{ig}=g_i-\frac{\sum_{i=1}^{n} i_i T_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{i_i T_i}{g_i}}$$

Az átlagos eltérés nagysága:

$$\delta_g=\frac{\sum_{i=1}^{n} i_i T_i\left|g_i-\frac{\sum_{i=1}^{n} i_i T_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{i_i T_i}{g_i}}\right|}{\sum_{i=1}^{n} i_i T_i}$$

Szóródása:

$$\sigma_g = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^{v} i_l T_l \left(g_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} i_i T_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{i_i T_i}{g_i}} \right)^2}{\sum_{i=1}^{n} i_i T_i}}$$

Relatív szórása:

$$V_g = \frac{\sigma_g}{\overline{g}};\ \%\text{-os értéke pedig } \frac{\sigma_g}{\overline{g}} \cdot 100.$$

Az egyes termékek hengerlésére fordított üzemóra kihasználási tényezőinek az átlagtól való eltérése:

$$d_{ic} = c_{ki} - \overline{c}_k$$

azaz

$$d_{ic} = c_{ki} - \frac{\sum_{i=1}^{n} i_i c_{ki}}{\sum_{i=1}^{n} i_i}$$

$$\delta_c = \frac{\sum_{i=1}^{n} ii \left| c_{ki} - \frac{\sum_{i=1}^{n} i_i c_{ki}}{\sum_{i=1}^{n} i_i} \right|}{\sum_{i=1}^{u} i_i}$$

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} i_i \left(c_{ki} - \frac{\sum_{i=1}^{n} i_i c_{ki}}{\sum_{i=1}^{n} i_i} \right)^2}{\sum_{i=j}^{n} i_i}}$$

Relatív szórás:

$$V_c = \frac{\sigma_c}{\overline{c}_k}$$

A teljesítményre vonatkozó átlagos eltérés és szórás:

$$d_{iT} = T_i - \overline{T},$$

azaz

$$d_{iT} = v_i g_i c_{ki} t - \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i i_i}{\sum_{i=1}^{n} i_i}$$

Az átlagos eltérés:

$$\sigma_T = \frac{\sum_{i=1}^{n} i_i \left| v_i g_i c_{ki} t - \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i i_i}{\sum_{i=1}^{n} i_i} \right|}{\sum_{i=1}^{n} i_i}$$

A szórás:

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} i_i \left(v_i g_i c_{ki} t - \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i i_i}{\sum_{i=1}^{n} i_i} \right)^2}{\sum_{i=1}^{n} i_i}}$$

Relatív szórás:

$$V_T = \frac{\sigma_T}{\overline{T}}$$

Ezek a számítások számítógép segítségével könnyen, folyamatosan és viszonylag olcsón elvégezhetők. A kifinomult elemző munkára egyre nagyobb szükség van, ami összefügg egy részről azzal, hogy a

– munka- és üzemszervezés minden tartalékát fel kell deríteni a teljesítmények és a termelékenység további növeléséhez, más részről

– a termelőberendezések teljesítménynövekményei általában csökkenő tendenciájúak és közelednek ahhoz a határértékhez, amit a technológiai paraméterek meghatároznak.

E határértékhez való közeledést meg kell gyorsítani – ennek előfeltétele a feltáró munka –, mert csak akkor lehetséges a korlátok feloldására vonatkozó döntést megkönnyíteni, ha bizonyíthatóan feltártunk minden olyan lehetőséget, amely beruházási ráfordítások nélkül is igénybevehető volt.

A további fejlődés már csak a műszaki, technikai paraméterek megváltoztatásával érhető el.

Összefoglalás

A dolgozat a meglevő hengerművek adottságaira felépíthető olyan matematikai formulák megalkotásának gondolatát vetette fel, amelyek a statisztikai elemzések mellett további többirányú elemzési lehetőséget nyújtanak. A hengerművek teljesítményelemzésével foglalkozó szakemberek tudják, hogy a statisztikai elemzések nem nyújtanak elegendő információt a hengerművek műszaki és technikai paramétereinek és programjának a hatásáról, holott ezek befolyása a teljesítményre döntő. Megismerésük elengedhetetlen az adott időszak lehetőségeinek kihasználásához és a jövőre szóló intézkedések megtételéhez.

IRODALOM

[1] A vaskohászat komplex fejlesztésének irányelvei. OMFB tanulmány. 1968. 2—401.-K. 74. oldal.
[2] Vaskohászati Tájékoztató 5/54. 1971.
[3] *Karl-Heinz Skarupke:* Gesichtpunkte der technologischen Arbeit in den Walzwerken der DDR Neue Hütte, 1970. Nr. 2.
[4] *Lőrincz Oszkár:* A hengerművek teljesítménytartalékai feltárásának matematikai módszerei elektronikus számítógépek segítségével. KGST, VAB IV. Nemzetközi Kohászati Automatizálási Konferencia, Zaporozsje. 1971.
[5] *Lőrincz Oszkár:* Hengersorok teljesítményének elemzése. BKL-Kohászat, 1969. 9. sz.
[6] *Lőrincz Oszkár:* Doktori Értekezés, 1971. Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem
[7] *Pálvölgyi—Szeless:* Korszerű hengerművek. Műszaki Könyvkiadó, 1965.

Kötélsodrógépek teljesítményének meghatározása

Dr. HOFFMAN PÁL
Magyar Kábel Művek

DK: 621.778.2: 62—503.53.001.24

A tanulmány módszert közöl a kötélsodrógépek teljesítményének számítására. A számításhoz a szabályos sodrás geometriai összefüggéseit, a sodrógép jellemzőit és teljesítő képességét veszi figyelembe. Az összefüggések alapján meghatározhatók azok a feltételek, amelyek között az adott gép optimális teljesítményt fejt ki. Az összefüggések a gépszerkezet kialakításához és többlépcsős műveletervezéshez használhatók.

Bevezetés

A sodrógépek kialakításával, vagy a többlépcsős sodrási műveletek összehangolásával foglalkozó közlemények [1, 2, 3] a gépek fordulatszámának és orsótérfogatának növelésében, illetve a kiszolgálási idő csökkentésében látják a gépi teljesítmény növelésének feltételeit.

Az első két tényező növelésének – beláthatóan – a növekvő tömegek forgatásával, a biztonságos szálvezetéssel, nem utolsó sorban pedig a gépi stabilitással kapcsolatban felmerülő egyre nagyobb nehézségek szabnak határt. A kiszolgálási idő megrövidítése elsősorban az orsócserét végrehajtó művelet gépesítésétől, illetve attól függ, hogy a konstrukció lehetővé teszi-e, hogy adott idő alatt ne csak egy, hanem több, esetleg az összes orsó cseréje elvégezhető legyen.

Előző tanulmányunkban [4] bemutattuk, hogy az ún. szabályos sodratok szerkezeti felépítésének geometriai viszonyai kinematikai alapelvekre támaszkodva egyértelműen megfogalmazhatók. Mivel pedig a sodrási paraméterek összefüggéseiben változóként jelenik meg a t idő, így lehetőség nyílik a sodrási műveletnek, mint folyamatnak a leírására, ezen keresztül pedig a folyamat teljesítőképességének – ugyancsak általános érvényű és egyértelmű – meghatározására is.

Jelölések, betűk értelmezése

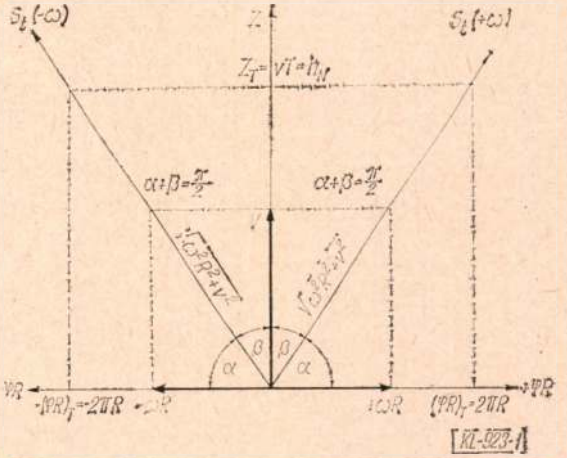
α	(alfa) menetemelkedési szög
γ	(gamma) fajsúly
η	(éta) kitöltési tényező
$\varkappa$	(kappa) kihozatal
ν	(nű) fordulatszám
π	(pi) $=3{,}14\ldots$
τ	(tau) időtényező
ω	(omega) szögsebesség
φ	(fi) szögelfordulás
d_N	elemátmérő
h_N	menetmagasság
m	orsómagasság
zt	sodrathossz
t	gépi idő
t_k	kiszolgálási idő
$t_ö$	összes időszükséglet
v_N	kihúzási sebesség
D_0	orsó átmérő
D_m	az orsó magátmérője
$D_{N\text{-}1}$	a sodrat mag-átmérője
F	keresztmetszet
M_t	koszorúelem súly
S_T	ívhosszúságok (koszorúelemé)
T	periódusidő
R_N	vezérsugár
V_0	orsótérfogat
V_t	S_t ívhosszúságú koszorúelem térfogata

Látni fogjuk tehát, hogy a gépi teljesítmény egyfelől a gépi konstrukció paramétereitől, másfelől a sodrandó szerkezet jellemzőitől függ. Adott gépi berendezés tehát csak a sodrandó szerkezetek viszonylag szűk intervallumba eső típusainak gyártásához használható fel rentábilisan.

A kihozatal számítására levezetett összefüggésünk általános érvényessége folytán felhasználható a többlépcsős sodrás művelet-tervezésére is.

A szabályos sodrás geometriai paramétereinek összefüggései

A szabályos, koncentrikus sodratok *mag*-ból és a magot burkoló *koszorú(k)*ból, a koszorú(k) meghatározott számú és méretű *koszorúelem*-ből felépített szerkezetek, amelyekben a koszorúelemek súlyvonala csavarvonalú pályát fut be, meghatározott menetemelkedési szögben.



1. ábra. A sodrási paraméterek összefüggéseinek értelmezése

Hivatkozott tanulmányunkban [4] kimutattuk, hogy ha a D_{N-1} átmérőjű magot burkoló N-edik koszorú n_N számú, d_N átmérőjű koszorúeleme α_N menetemelkedési szögben sodródik a magra, akkor ezen sodrási paraméterek között az *1. ábrából* leolvasható

$$\sin \alpha_N = \frac{h_N}{S_T} = \frac{z_t}{S_t} = \frac{v_N \cdot t}{S_t} \tag{1}$$

$$\cos \alpha_N = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_N}{S_T} = \frac{\varphi \cdot R_N}{S_t} = \frac{\omega \cdot t \cdot R_N}{S_t} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_N \cdot v \cdot t}{S_t} \tag{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{h_N}{2 \cdot \pi \cdot R_N} = \frac{z_t}{\varphi \cdot R_N} = \frac{v_N}{\omega \cdot R_N} = \frac{v_N}{2 \cdot \pi \cdot R_N \cdot v} \tag{3}$$

összefüggések állanak fenn, amelyekben

$$R_N = \frac{D_{N-1} + d_N}{2} \tag{4}$$

a mag és a koszorúelem keresztmetszeteinek középpontjait összekötő vezérsugár.

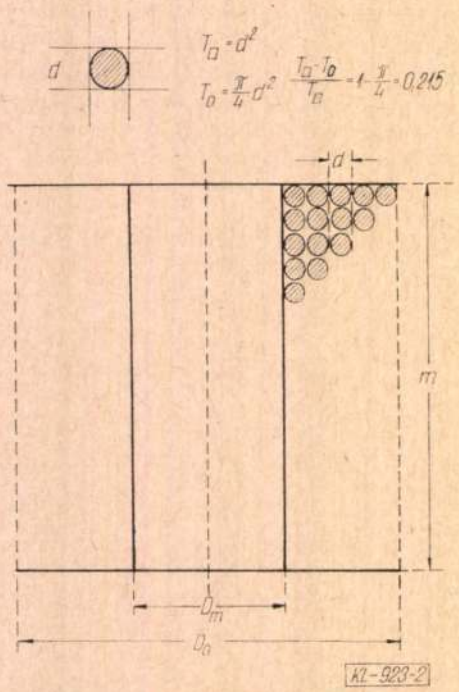
Az összefüggéseinkben szereplő h_N menetmagasság és S_t (avagy, ha $t=T$, akkor S_T) koszorúelem-ívhossz a sodratra, a v_N állandó kihúzási sebesség és a körmozgás kinematikájában értelmezett

$$\varphi = \omega \cdot t = \frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t = 2 \cdot \pi \cdot v \cdot t \tag{5}$$

szögelfordulás pedig a műveletre jellemző paraméterek, amelyek mindegyike a t idő függvénye. Ez a t idő a gyártás ún. *hasznos gépi idő*-tartama.

A sodrott szerkezet kialakítására jellemző D_{N-1}, d_N, α_N (vagy h_N), valamint a sodrógépre jellemző v=állandó tényezők között a (3)-ból és (4)-ből következő

$$v_N = \pi \cdot v \cdot (D_{N-1} + d_N) \cdot \operatorname{tg} \alpha_N = h_N \cdot v \tag{6}$$



2. ábra. A huzal-orsó méretviszonyai

összefüggés teremt kapcsolatot. A (6) értelmében adott sodrat-szerkezet gyártásánál a v_N kihúzási sebességet a szerkezet előírt h_N menetmagassága szabályozza.

A sodrógép jellemzői

Láttuk már, hogy a sodrógép fordulatszáma v=állandó, tehát adott gépre adott érték.

A gép másik jellemzője orsójának (nagyobb méretű gép esetében: dobjának) ún. *hasznos térfogat*-a, amely a d_N átmérőjű koszorúelem S_t hosszát hordozza. Az orsó méretviszonyait a *2. ábra* ismerteti, amelynek értelmében a kihasználható V_0 térfogat:

$$V_0 = \frac{\pi}{4} \cdot m \cdot (D_0^2 - D_m^2) \tag{7}$$

Ha az orsón felcsévélt d_N átmérőjű koszorúelem (ami lehet huzal, szigetelt ér, vagy pászma) fajsúlya γ_N, akkor S_t hosszának súlya:

$$M_t = \gamma_N \cdot V_t = \gamma_N \cdot F \cdot S_t = \frac{\pi}{4} \cdot \gamma_N \cdot S_t \cdot d_N^2 \tag{8}$$

A (8) egyenlet utolsó tagja körkeresztmetszetű koszorúelemre adja meg a felcsévélt súlyt.

Belátható, hogy még a leggazdaságosabb orsótérfogat-kihasználás esetén is $V_0 > V_t$, bevezethető tehát az

$$\eta = \frac{V_t}{V_0} < 1 \tag{9}$$

viszonyszám, amit *kitöltési tényező*-nek nevezhetünk. η nagyságát adott orsó és adott koszorúelem típusra esetenként kell megállapítani (és biztosítani).

A (7), (8) és (9) egyenletekből:

$$S_t = \eta \cdot \frac{D_0^2 - D_m^2}{d_N^2} \cdot m = \frac{4 \cdot \eta}{\pi} \cdot \frac{V_0}{d_N^2} \tag{10}$$

alakban határozható meg az orsón levő S_t ívhossz, amelynek nagysága – adott orsóméretek esetén – annál nagyobb, minél közelebb áll η az egységhez, azaz minél kisebb a d_N elem-átmérő.

A (7) és a (10) egyenletekben az orsó D_0, D_m és m méreteit, valamint a d_N elem-átmérőt [mm]-ben megadva, V_0 dimenziója és egysége [10^{-6} dm^3], S_t dimenziója és egysége pedig [10^{-6} km]. Ha viszont az S_t hosszat a (8) összefüggésből számítjuk, és abban M_t-t [kp]-ban

$$\gamma C\text{-t} \left[\frac{p}{\text{cm}^3}\right] = \left[\frac{\text{kp}}{\text{dm}^3}\right]$$

dimenziókban helyettesítettük, akkor S_t dimenziója: [km].

E dimenziókkal összhangban a (6)-ban szereplő h_N-t [mm], a v fordulatszámot pedig [perc^{-1}] dimenzióban megadva, a v_N kihúzási sebesség egysége és dimenziója

$$\left[60 \cdot 10^{-6} \frac{\text{km}}{\text{óra}}\right]$$

lesz.

A sodrógép teljesítőképessége

A sodrott szerkezetre előírt jellemzőknek és a gép paramétereinek az előző fejezetekben áttekintett összefüggéseit felhasználva határozható meg

az a t hasznos gépi idő, ami alatt az adott szerkezetből z hosszúságú sodrat készül.

Ha ugyanis az (1)-ből kifejezett t idő egyenletében az S_t ívhosszat (10)-zel helyettesítjük, akkor a (3) és (4) figyelembevételével:

$$t=\frac{S_t}{v_N}\cdot\sin\alpha_N=\frac{4\cdot\eta}{\pi}\cdot\frac{V_0}{d_N^2}\cdot\frac{\sin\alpha_N}{v_N}=$$

$$=\frac{4}{\pi^2}\cdot\frac{\eta\cdot V_0}{v\cdot d_N^2}\cdot\frac{\cos\alpha_N}{(D_{N-1}+d_N)} \qquad (11)$$

A (11)-ben V_0, v és az átmérők dimenzióit az előzőkben bemutatott módon helyettesítve, a t hasznos gépi idő egysége és dimenziója

$$\left[\frac{10^6}{60}\ \text{óra}\right]\ \text{lesz.}$$

A működő gép t gyártási idejét a t_k *gépkiszolgálási idővel* összegezve

$$t_ö=t+t_k \qquad (12)$$

lesz a z sodrathossz előállításának összes időszükséglete.

A t_k gépkiszolgálási idő azokból a mellékidőkből tevődik össze, amelyeket az orsók cseréje, a befűzés és az átvezetés műveletei, a szerszámcsere, valamint az indítási és leállási fordulatszám-változások vesznek igénybe.

A (12) felhasználásával vezethető be a

$$\tau=\frac{t}{t_ö}=\frac{t}{t+t_k}=\frac{1}{1+\frac{t_k}{t}} \qquad (13)$$

időtényező.

Ha tehát az adott szerkezeti felépítésű sodrat z hosszát az adott sodrógép $t_ö$ idő alatt állítja elő, akkor a $\varkappa$ kihozatal (1), (6) és (13) figyelembevételével:

$$\varkappa=\frac{z}{t_ö}=v_N\cdot\frac{t}{t_ö}=v_N\cdot\tau=h_N\cdot v\cdot\tau\left[\frac{\text{km}}{\text{óra}}\right] \qquad (14a)$$

amely függvény jelleg-görbéjét a *3. ábra* szemlélteti.

A (14a) egyenletben v_N-t a (6), a t gépi időt pedig (11) szerint helyettesítve:

$$\varkappa=\frac{4\cdot\pi\cdot\eta\cdot v\cdot V_0\cdot(D_{N-1}+d_N)\cdot\sin\alpha_N}{4\cdot\eta\cdot V_0\cdot\cos\alpha_N+\pi^2\cdot v\cdot(D_{N-1}+d_N)\cdot d_N^2\cdot t_k} \qquad (14b)$$

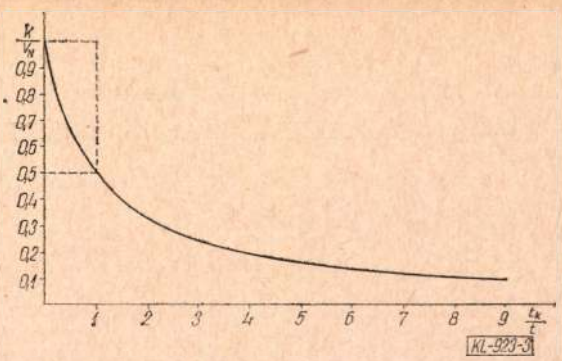
alakban kapjuk meg a $\varkappa$ kihozatalt, a szerkezetre, illetve a sodrógépre jellemző tényezők függvényeként.

Az egyes tényezők egységeinek és dimenzióinak figyelembevételével (14b)-t a

$$\varkappa=\frac{753{,}6\cdot\eta\cdot v\cdot V_0\cdot(D_{N-1}+d_N)\cdot\sin\alpha_N}{4\cdot10^6\cdot\eta\,V_0\cos\alpha_N+591{,}576\,v(D_{N-1}+d_N)\cdot d_N^2\cdot t_k} \qquad (14c)$$

alakban használhatjuk technikai számításokra.

A (14b) alatti egyenletet, mint függvényt vizsgálva láthatjuk, hogy az három szerkezeti (α_N, D_{N-1} és d_N), illetve három gépi (v, V_0 és t_k) paraméter összetett függvénye (az η kitöltési tényező és a d_N elemátmérő ui. egymástól nem független paraméterek).



3. ábra. A sodrógép kihozatalának változása a kiszolgálási idő függvényében

A függvény változásainak jellegére három speciális megoldása mutathat rá, éspedig azok az esetek, amelyekben az összetett függvény nevezőjének két tagja közül az egyik elhanyagolhatóan kicsiny a másikhoz képest, illetve, ha a tagok éppen egyenlők egymással:

a) ha $4\cdot\eta\cdot V_0\cdot\cos\alpha_N\ll\pi^2\cdot v\cdot(D_{N-1}+d_N)\cdot d_N^2 t_k$ (15a)

akkor (1), (6) és (10) alapján

$$\varkappa=\frac{4\cdot\eta\cdot V_0\cdot\sin\alpha_N}{\pi\cdot d_N^2\cdot t_k}=\frac{S_t\cdot\sin\alpha_N}{t_k}=v_N\cdot\frac{t}{t_k}=$$

$$=h_N\cdot v\cdot\frac{t}{t_k} \qquad (15b)$$

b) ha $4\cdot\eta\cdot V_0\cdot\cos\alpha_N=\pi^2\cdot v\cdot(D_{N-1}+d_N)\cdot d_N^2\cdot t_k$ (16a)

akkor (6) alapján

$$\varkappa=\frac{\pi}{2}\cdot v\cdot(D_{N-1}+d_N)\cdot\operatorname{tg}\alpha_N=\frac{1}{2}\cdot v_N=\frac{1}{2}\cdot h_N\cdot v \qquad (16b)$$

c) ha $4\cdot\eta\cdot V_0\cdot\cos\alpha_N\gg\pi^2\cdot v\cdot(D_{N-1}+d_N)\cdot d_N^2\cdot t_k$ (17a)

akkor (6) alapján

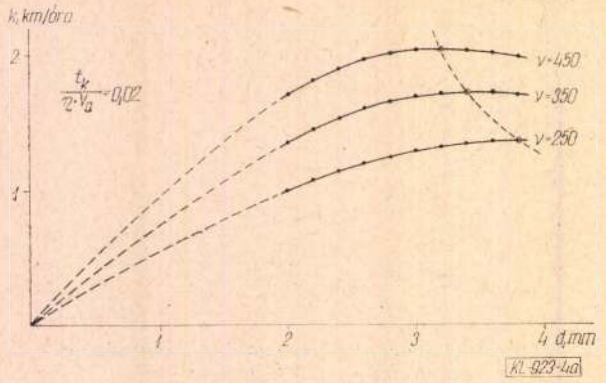
$$\varkappa=\pi\cdot v\cdot(D_{N-1}+d_N)\cdot\operatorname{tg}\alpha_N=v_N=h_N\cdot v \qquad (17b)$$

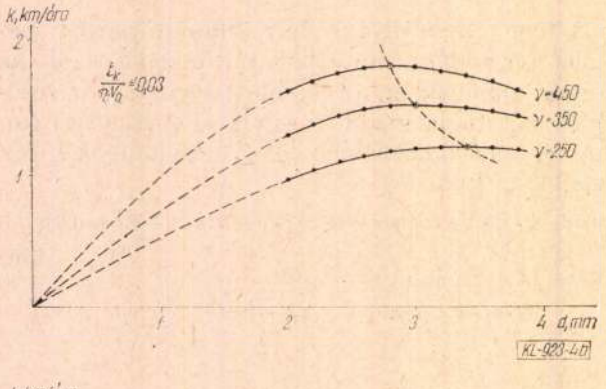
A (14) alatti definiáló egyenlethez hasonlóan, a speciális megoldások (15b), (16b) és (17b) alatti egyenleteiben is a sodratra jellemző h_N menetmagasság és a gépre jellemző v fordulatszám szorzatának függvényeként kapjuk meg a $\varkappa$ kihozatalt, megváltoznak azonban az egyes kifejezések időtényezői.

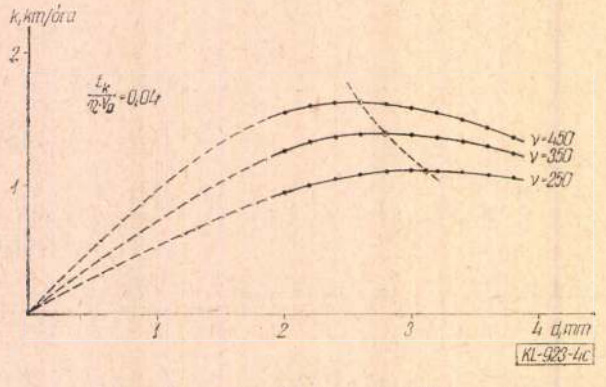
A (17b)-ben, ahol $\tau=1$ (tehát: $t_ö\sim t\gg t_k$), az ideálisan optimális esettel állunk szemben. A (16b)-ben viszont $\tau=\frac{1}{2}$, tehát $t=t_k$, vagyis a gyártás időszükségletében a gépi idő azonos a kiszolgálási idővel. Mindenképpen kerülendő azonban adott szerkezet sodrásához az olyan gép kiválasztása, amelyre a paraméterek viszonya a (15b)-vel jellemezhető, amikor tehát $t<t_k$. Ebben az esetben ui. a viszonylag kicsiny V_0 kihasználható orsótérfogatra viszonylag nagy d_N átmérőjű elem viszonylag rövid S_t ívhossza van felcsévélve, az orsó tehát hamar kiürül.

Közelfekvő továbbá, hogy az

$$\frac{1}{2}<\tau<1$$





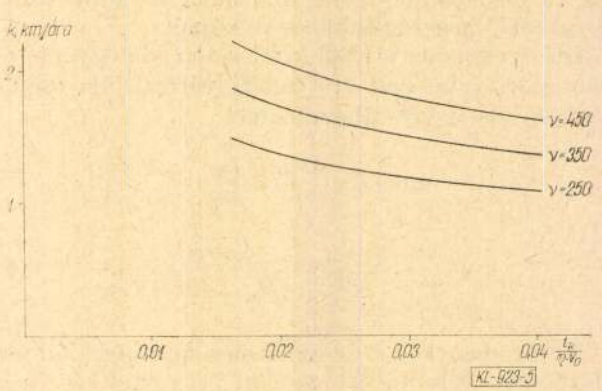


4a, b és c ábra. A sodrógép teljesítőképességének változása a sodrandó huzal átmérőjének függvényében

intervallumba eső időtényező megválasztása mellett a $\varkappa \to v_N = h_N \cdot v$ irányú eltolódás akkor jelent előnyös kihozatalt, ha mind $\varkappa$, mind v_N egyidejűen magas érték lehet.

Tényezőinek változása folytán a (14b)-vel meghatározott $\varkappa$ kihozatal érték-eltolódásának szemléltetésére a $D_{N-1}=d_N$ méretű elemekből felépített 1+6 szerkezetű sodrat ($\alpha_{N-1}=80°$) gyártásának körülményeit vizsgáltuk meg, $v=250$, 350 és 450 fordulatszámok esetén, $\frac{t_k}{\eta \cdot V_0}=0{,}02$, 0,03 és 0,04 hányadosokkal jellemzett gépekre.

A viszonyokat a *4a, b* és *c ábrák* szemlétetik. Az ábrák $\varkappa=f(d_N)$ görbéi maximumon futnak át, annak jeléül, hogy adott gépen adott szerkezet huzalméretei sodorhatók csak optimális kihozatallal. Mivel azonban a görbék maximumának kör-



5. ábra. Különböző fordulatszámú sodrógépek teljesítőképességének változása a kiszolgálási idő és az orsótérfogat hányadosának függvényében

nyezete viszonylag lapos, így a kihozatal a huzalméret $(d_N)_{max} \pm \Delta$ intervallumában tekinthető optimálisnak. A sodrógépek sorozatának kialakításánál ily módon a $(d_N)_{max} \pm \Delta$ mérettartományok sorozata képezhetné a szabványosítás alapját.

A v fordulatszám emelkedésével a maximumok helye a kisebb d_N elem-átmérők tartományába tolódnak el, amint ez várható is volt.

Az ábrákon összekötve a görbék maximumpontjait, a 3. ábra vezérgörbéjére utaló, szaggatott vonallal kihúzott görbét kapjuk. A vezérgörbéhez hasonló futásúak az *5. ábra*

$$\varkappa = f\left(\frac{t_k}{\eta \cdot V_0}\right)$$

függvényeinek görbéi is.

Összefoglalás

A dolgozat bemutatja, hogy a sodrógépek tényleges teljesítőképessége a v fordulatszám és a V_0 orsótérfogat – mint gépi paraméterek – mellett, a sodrandó szerkezetet jellemző D_{N-1} mag- és d_N huzalméret, valamint az előírt h_N menetmagasság összetett függvénye. Kimutattuk továbbá, hogyan befolyásolja a sodrógép $\varkappa$ teljesítőképességét a t_k kiszolgálási idő, illetve annak a t gépi időhöz való viszonya.

Megvizsgáltuk végül, hogy e paraméterek összetett függvényeként milyen feltételek mellett érhető el az adott gép optimális teljesítménye, illetve adott huzalméretekből felépítendő szerkezet sodrására milyen paraméterekkel rendelkező gép használható fel optimális kihozatali viszonyok mellett.

A közölt összefüggéseket a gépi konstrukció kialakításánál, valamint a többlépcsős sodrási művelet tervezésénél is hasznosíthatjuk.

IRODALOM

[1] *Haugwitz, O.:* Draht (Coburg) 20 (1969) 843—851.
[2] *Luther, G.:* Draht (Coburg) *20* (1969) 353—360.
[3] *Haidekker J.:* Kábelipari sodrógépek. MKM Tanulmány, 1965 (nem publikált)
[4] *Hoffmann P.—Vecsey Á.:* BKL-Kohászat 4. szám, 1971.

Alakítási és újrakristályosodási jelenségek tanulmányozása emissziós elektronmikroszkópban

Dr. TARDY PÁL—VERŐ BALÁZS
okl. kohómérnökök
Vasipari Kutató Intézet, Budapest

DK: 539.3: 548.55: 543.423.620.187

A cikk annak a fejlesztőmunkának leglényegesebb eredményeit ismerteti, amellyel az EF-Z6 emissziós elektronmikroszkópot a fémtani kutatás hatásos eszközévé lehetett tenni. Ismerteti a próbatest alakításának lehetőségét és a próbatest hőtágulásán alapuló hőmérsékletmérési rendszert.

Felvételekkel, illetve felvételsorozatokkal szemlélteti az új szerkezetek használatát. Az így végrehajtható vizsgálatokból következtetéseket von le a hidegalakítás, az austenit primer újrakristályosodása és szemcsedurvulása közben lejátszódó folyamatokkal kapcsolatban.

Bevezetés, célkitűzés

A fémes anyagokkal foglalkozó kutatók régi vágya, hogy olyan berendezések, módszerek birtokában legyenek, amelyek segítségével a fémekben különböző határokra lejátszódó folyamatokat közvetlenül megfigyelhetik. A törekvés azért indokolt, mert az általában jól mérhető fizikai tulajdonságok csak közvetve jellemzik a fémekben, azok szerkezetében bekövetkezett folyamatokat. E folyamatok mechanizmusa és mikrokinetikája azonban legkedvezőbben közvetlenül, vizuális megfigyeléssel kutatható. Az így felderíthető ismeretek (például az említett folyamatoknak a kristálytani orientációtól való függése, a kiválások, zárványok és dúsulások hatásának vizsgálata) mind elméleti, mind gyakorlati szempontból nagy jelentőségűek.

A folyamatok közvetlen megfigyelésére alapvetően a különböző típusú fény- és elektronmikroszkópok alkalmasak. *Az emissziós elektronmikroszkópos módszer* – melyről cikkünkben szó lesz – a következő jellegzetességek miatt különösképpen alkalmas az alakítási és újrakristályosodási jelenségek tanulmányozására [1]:

1. A termikus emissziós leképzésnél fellép az ún. orientációs- és anyagkontraszt. A krisztallitok orientációjával és a kémiai összetétel helyi megváltozásával járó folyamatok így még nagy sebességek esetén is jól követhetők. Hasonló tulajdonságú az ultraibolya fénnyel gerjesztett szekunder leképzés.

2. A feloldóképesség és elsősorban a mélységi élesség jobb, mint a fénymikroszkóp esetében.

3. A vizsgálatokat masszív fémpróbákon lehet elvégezni (ezáltal a bennük lejátszódó *folyamatok* vizsgálhatók).

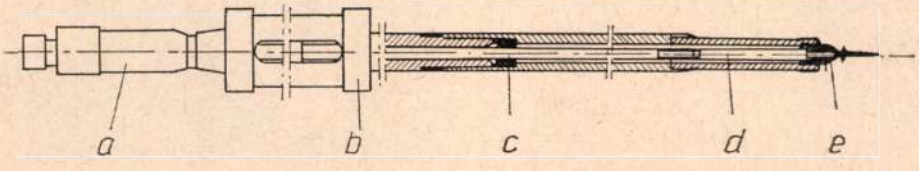
Dolgozatunkban *azokat a saját vizsgálatainkat ismertetjük, melyeket egy célszerűen továbbfejlesztett, ZEISS-gyártmányú, EF—Z6 típusú, emissziós elektronmikroszkópon végeztünk.*

A kísérleti technika

Az alakítás hatására bekövetkező jelenségek tanulmányozása céljából, az emissziós elektronmikroszkóphoz olyan alakítószerkezetet kellett kifejleszteni, mellyel a próbát nagyfeszültségen (tehát megfigyelés közben) alakítani lehet. Az alakítószerkezet metszetben az *1. ábrán* látható. Az alakítószerszám külső végére mikrométercsavart illesztettünk. A mikrométercsavar homlokfelületéhez egy acél-, majd egy kvarcrúd csatlakozik. Ezek a rudacskák továbbítják az elmozdulást az alakítófejhez. Az alakítófejbe egy U-alakúra meghajlított próba kerül, melynek mindkét végét rögzítjük. Az alakítást végül is egy *tantál*-nyelv végzi, mely a pórbatest meghajlított részével érintkezik. A próba hevítéséhez mind a próba felső ívén, mind a tantál nyelv megfelelő helyén egy-egy 4 mm átmérőjű furat van. Így a hevítést szolgáló elektronágyú elektronjai közvetlenül érik a tulajdonképpen vizsgált próbarészt. Evvel azt értük el, hogy maga az alakítófej alig melegszik. Bármilyen vékony lemezke is lenne az elektronágyú és a próba között, a rossz hőátadás miatt a próbatest nem érné el a kívánt hőmérsékletet.

Az alakítószerkezet alkalmas lágy fémek hideg- és melegalakításra, illetve a keményebb fémek (pl. acél) melegalakítására. A próbatest megfelelő kialakításával gyakorlatilag minden fém szakadásig nyújtható. A próbatest vastagsága *0,1—0,2 mm* között van.

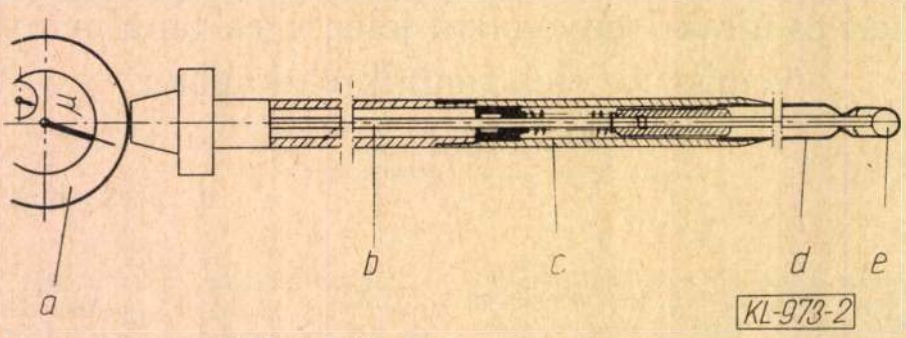
A nagyhőmérsékletű vizsgálatok egyik legfontosabb jellemzője, melyet ismerünk kell, természetesen a próba hőmérséklete. Az EF—Z6 emissziós elektronmikroszkóp eredetileg meglevő módszere nem a legszerencsésebb. Gyakorlatilag lehetetlen volt a próba hőmérsékletének folyamatos mérése és regisztrálása megfigyelés közben. Mivel a próba vizsgálat közben nagy feszültségen van, a termoelemmel való közvetlen mérés kissé nehézkes, bár nem megoldhatatlan (lásd Balzers-Metioskop [2]).



KL-973-1

1. ábra. Az alakítószerkezet metszete

a — mikrométercsavar, *b* — ház, *c* — acélrúd, *d* — kvarcrúd, *e* — alakítófej



2. ábra. A dilatométeres tárgytartó metszete

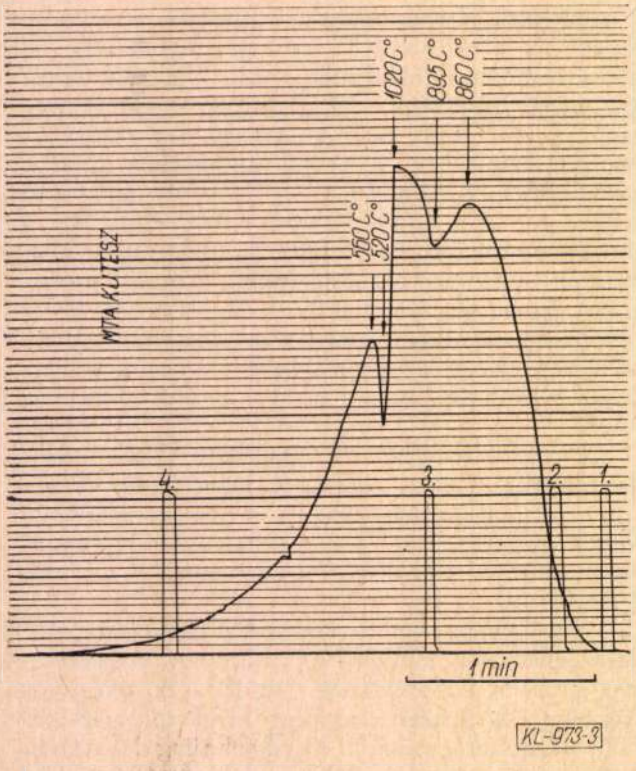
a — elmozdulás-érzékelő, *b* — invar-rúd, *c* — ház, *d* — kvarc dilatométer fej, *e* — próbatest

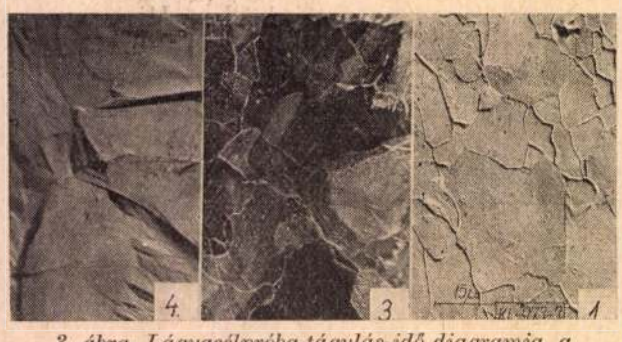
Az általunk kidolgozott mérés más elven alapul: *a próba hőokozta tágulását* használjuk ki. A hőmérséklet meghatározását szolgáló dilatométeres tárgytartó a *2. ábrán* látható. A próbatest tágulását egy kvarc-, majd egy acélrúd vezeti ki a mikroszkópból; az elmozdulást egy villamos elmozdulásérzékelő alakítja át kompenzográffal rögzíthető villamos jellé. A felvett idő-tágulás görbe, illetve a már korábban meghatározott hitelesítő görbe segítségével a próba hőmérséklete meghatározható. Az esetleges átalakulási pontok (a vasötvözeteknél például az $\alpha - \gamma$ átalakulás) további lehetőséget kínálnak a hitelesítéshez. Az elmozdulásérzékelő villamos jelét a hőmérséklet szabályozására is fel lehet használni [3–5].

Az ismertetett módszer leglényegesebb vonása: az átalakulási folyamatok mikro- és makrokinetikája párhuzamosan vizsgálható a dilatogram és a szövetkép alapján.

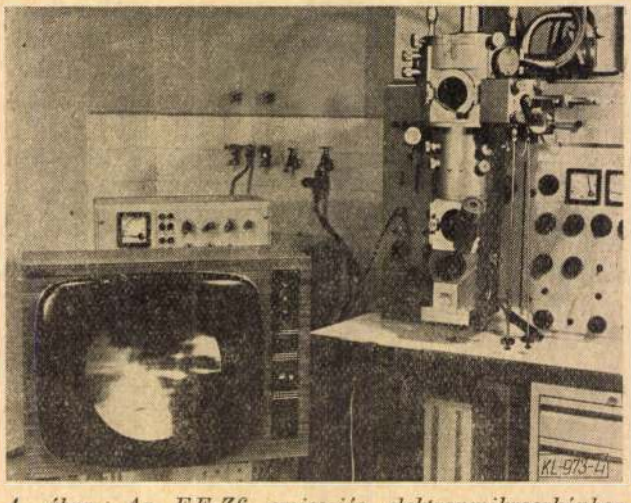
A *3. ábrán* egy acélpróba dilatogramja látható, felvételekkel együtt, melyek a próba szövetét jellemzik az adott időpillanatokban. A kétcsatornás kompenzográf másik csatornájára a felvételkészítés időpontjában egy egység-ugrásnyi jelet viszünk fel automatikusan. Az első felvétel a szobahőmérsékletű próba szövetét mutatja (ferrit), a második felvételen a 950 °C-os próba austenitja látható. A harmadik felvételen a mikroszkópban lehűlt próba felszínén jól megfigyelhetők a martensit-tűk.

Az újrakristályosodás egyedi lépései gyakran gyorsak, így az EF–Z6 emissziós elektronmikroszkóp eredeti felvételkészítési lehetősége csak korlátozottan alkalmas e folyamatok rögzítésére. A másik nehézséget az okozta, hogy a tárba csak 6 lemez fér el; így az általában néhányszor 10 percig tartó folyamatoknak csak egymástól igen távoli állapotai rögzíthetők.

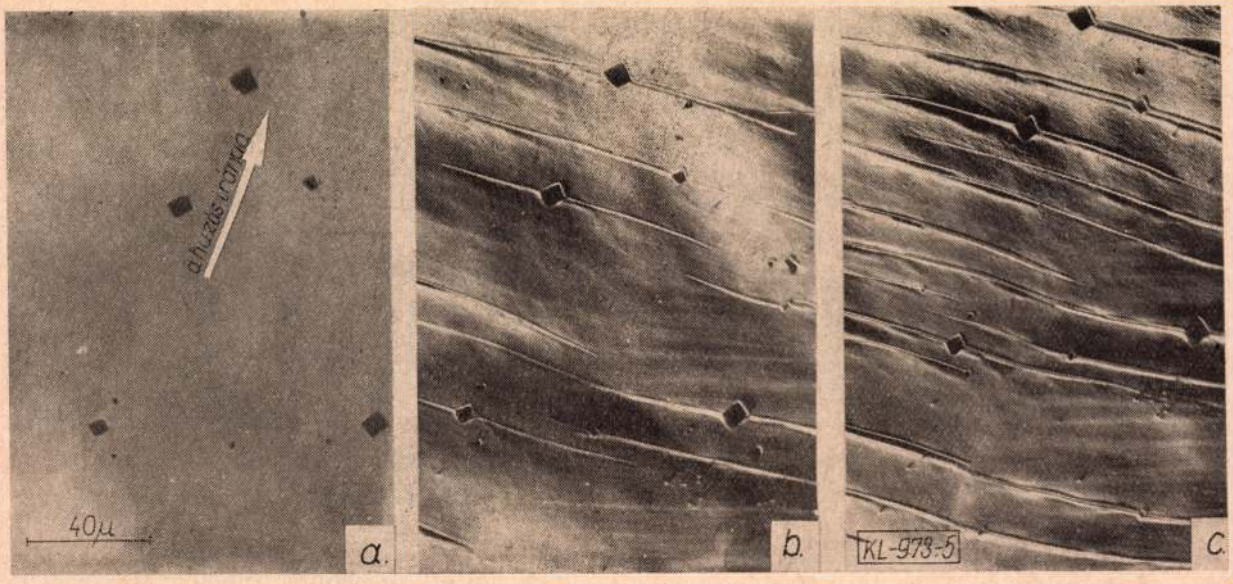




3. ábra. Lágyacélpróba tágulás-idő diagramja, a felvételkészítés időpontját rögzítő szinkronjelekkel, illetve a megfelelő időpillanatokhoz tartozó szövetképekkel



4. ábra. Az EF-Z6 emissziós elektronmikroszkóphoz csatlakozó TV-lánc képe. A televíziós képernyőn egy erősen alakított alumínium-próba felülete látható



5. ábra. Nagytisztaságú alumínium hidegalakítása
a — alakítás előtt, b — 2%-os nyújtás, c — 5%-os nyújtás

E nehézségek áthidalására új felvételkészítési rendszert dolgoztunk ki az EF–Z6 mikroszkóphoz. Ennek lényege egy új, az optikai tengelyre merőleges képernyő. A képernyőn megjelenő képet torzításmentesen lehet kisfilmes fényképezőgéppel, filmkamerával rögzíteni, illetve TV-kamerával egy TV-készülék képernyőjére vinni. A legkedvezőbb megoldásnak egy automata, ROBOT-ROYAL típusú kisfilmes géppel való munka bizonyult. A kifejlesztett rendszer a *4. ábrán* látható.

Alkalmazási példák, kísérleti eredmények

A képlékeny alakítás hatására a próba polírozott felszínén csúszási vonalak jelennek meg. A csúszási vonalak a próbatest felszínének és a csúszási síknak a metszővonalai; ennek alapján a csúszási vonalak egymással bezárt szögéből, azok távolságából a képlékeny alakváltozás mechanizmusára vonatkozóan értékes következtetésekre juthatunk. A következőkben nagytisztaságú alumíniumon végzett kísérleteinrkől számolunk be röviden.

Az *5. ábra* felvételsorozatán jól megfigyelhető a csúszási vonalak megjelenése. Az *a* felvételen csak a maratási idomok láthatók, a próbatest felszíne különben sima. Már körülbelül 2%-os alakítás hatására megjelentek a csúszási vonalak (finomabbak és erőteljesebbek), érdekes, hogy a csúszási vonalak többsége maratási idomon, annak átlója mentén megy át. Ugyanezek a jelenségek a *c* felvételen már határozottabbak, ebben az állapotban a próba 5%-os mértékben volt alakítva.

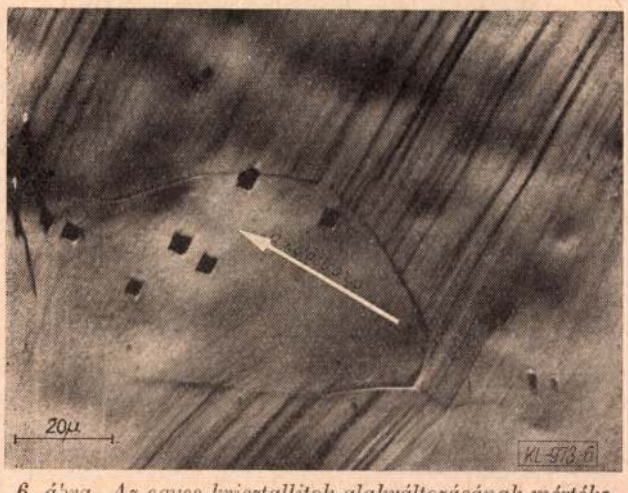
A *6. ábra* felvételén egy olyan részlet látható, melyen több, különböző mértékben alakult szemcse látható. A felvétel közepén jól megfigyelhető az a szemcse, mely csak csekély mértékben deformálódott. Az alakváltozás mértékének különbségét az egyes krisztallitok különböző kristálytani orientációja alapján magyarázhatjuk: a maratási idom helyzetéből következtethetünk arra, hogy a középső szemcse kedvezőtlen helyzetű az alakváltozás szempontjából, hiszen a maratási idom átlóiránya nagy szöget zár be az alakítás irányával.

Melegalakítás

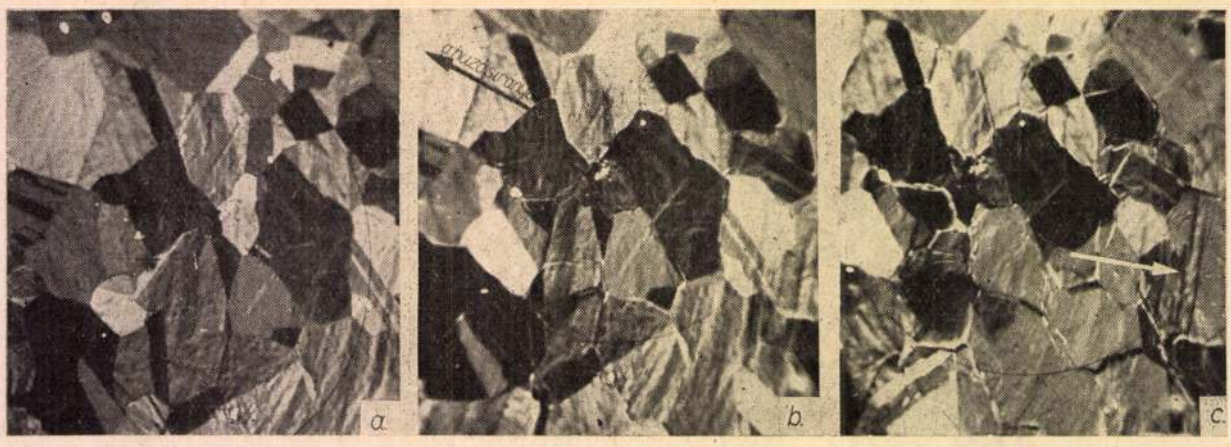
A melegalakítás hatására bekövetkező jelenségek vizsgálata különösen nagy jelentőségű az acélokkal foglalkozó kutatók, valamint a gyakorlati szakemberek számára is. Az austenit újrakristályosodása a jól ismert nehézségek miatt csak közvetve és nehézségek árán követhető. Emissziós elektronmikroszkóppal e folyamat közvetlenül és viszonylag egyszerűen követhető.

A *7. ábra* felvételsorozatát egy 0,04% C- és 0,045% Al-tartalmú, mélyhúzásra szánt acél melegalakítása közben készítettük, a további felvételek között 3–4%-nyi alakítást végeztünk; az egyes felvételek közötti időtartam 8–10 másodperc volt.

A felvételsorozaton néhány jellegzetes változást nyíllal jelöltünk, nyíl jelöli az alakítás irányát is. Az első és az utolsó kép összehasonlításából ki-



6. ábra. Az egyes krisztallitok alakváltozásának mértéke különböző (nagytisztaságú alumínium, 8% nyújtás)



7. ábra. Lágyacél austenitjének primér újrakristályosodása 950 °C-on

a — alakítás előtt, *b* —*c* — minden egyes felvétel között 6—8% alakítás, az egyes felvételek között eltelt idő 10—15 s

tűnik, hogy a megfigyelt terület szerkezete lényegében teljesen más lett. A kezdeti viszonylag finom-szemcséjű szövet eldurvult: az utolsó felvételt szinte egyetlen szemcse tölti ki.

Meg kell említenünk, hogy újrakristályosítási vizsgálataink közben a klasszikus modell szerinti újrakristályosodást csak ritkán figyelhettük meg: az újrakristályosodás leggyakrabban feszültség hatására bekövetkező szemcsehatár-elmozdulással indult meg (*Bailey* és *Hirsch* által leírt csíraképződési modell [6]).

A melegalakítás mechanizmusáról a következők állapíthatók meg: csúszási vonalak csak ritkán váltak láthatóvá (pl. a *7. ábra c*, felvételen a nyíllal jelölt helyen). Ez egyrészt annak a következménye, hogy az árnyékhatás a primér emissziós leképzésnél sokkal kisebb, mint a szekunder elektronemissziós leképzésnél, így a felületi topográfia finom változásai nem figyelhetők olyan jól meg. Másik oka ennek az, hogy magának a képlékeny alakváltozásnak a mechanizmusa változott meg: a csúszó síkok menti elcsúszáson túl a képlékeny alakváltozásban szerephez jut a *szemcsehatárok menti* elcsúszás is. Ez egyébként az utolsó felvételen jól látszik: egyes szemcsék a próba eredeti sík felszínéből kibillentek és a szemcsehatárok mentén éles szintkülönbségek figyelhetők meg. Ez az alakváltozási mechanizmus a kúszás folyamatánál döntő. Mindenképpen érdekes, hogy rövid időtartamú alakításnál is szerephez jut a szemcsehatár menti elcsúszás.

8. ábra. CrV 140-es acél austenites állapotban, különböző típusú szemcsehatárokkal

a — általános nagyszögű
b — koherens (111) iker határ
c — lépcsős

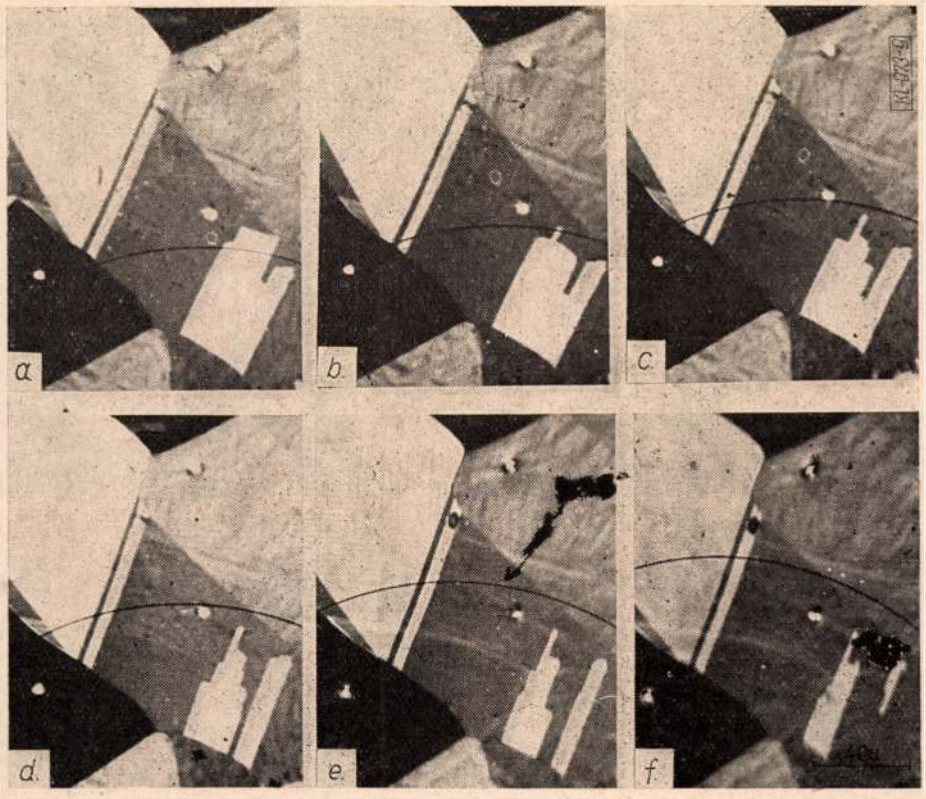
Szemcsedurvulás

Az $\alpha \rightarrow \gamma$-átalakulás után létrejött, vagy a primáren újrakristályosodott austenites szövetben további folyamatok játszódnak le: Mivel a szemcsehatárok jelenléte energiatöbbletet jelent, tendencia van arra – különösen nagyobb hőmérsékleten –, hogy a szemcsehatárok meghatározott irányú mozgásával az egész rendszer (a próbatest) szabad enthalpiája csökkenjen. Eldurvulnak tehát a szemcsék.

Az austenites szövetet alkotó szemcséket egymástól általános és speciális nagyszögű határok választják el. A *8. ábrán* látható felvétel alapján a speciális nagyszögű határok két típusának jelenléte nyilvánvaló: ezek a *koherens* [*111*] *iker-* és a *lépcsős határ*. A koincidencia-helyes határok jelenléte csak a határok mozgási sebességének tanulmányozása alapján bizonyítható.

A koherens iker, valamint a lépcsős határ egymással általában egy egységet képez, e kettő együttesen határolja az ikres részt. Az ikerlamella alakjának változása csak a lépcsők mozgása által képzelhető el, a koherens ikerhatár ugyanis mozgásra képtelen. Ilyen lépcsős határvándorlás figyelhető meg a *9. ábra* felvételsorozatán.

Az általános nagyszögű határok mozgásával kapcsolatos megfigyeléseink szerint a határok mozgásiránya gyakran nem esik egybe a klasszikus elmélet által jelzett iránnyal. Az austenit szemcsedurvulása közben gyakran megfigyeltük, hogy a határ az érintő síkjának normális irányával



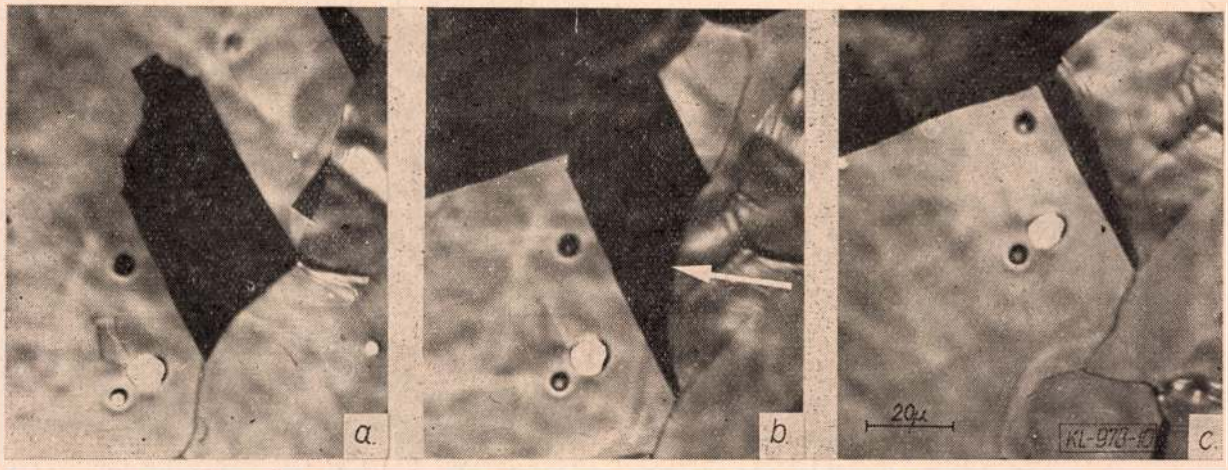
9. ábra. Lépcsős szemcsehatárvándorlás austenitben (950 °C, CrV 140-es acél)

éppen ellentétesen mozdul el. Erre példa a *10. ábra* felvételsorozata. Mégis – a *11. ábra* bizonysága szerint – az egyensúlyi szemcsealak előbb-utóbb kialakul.

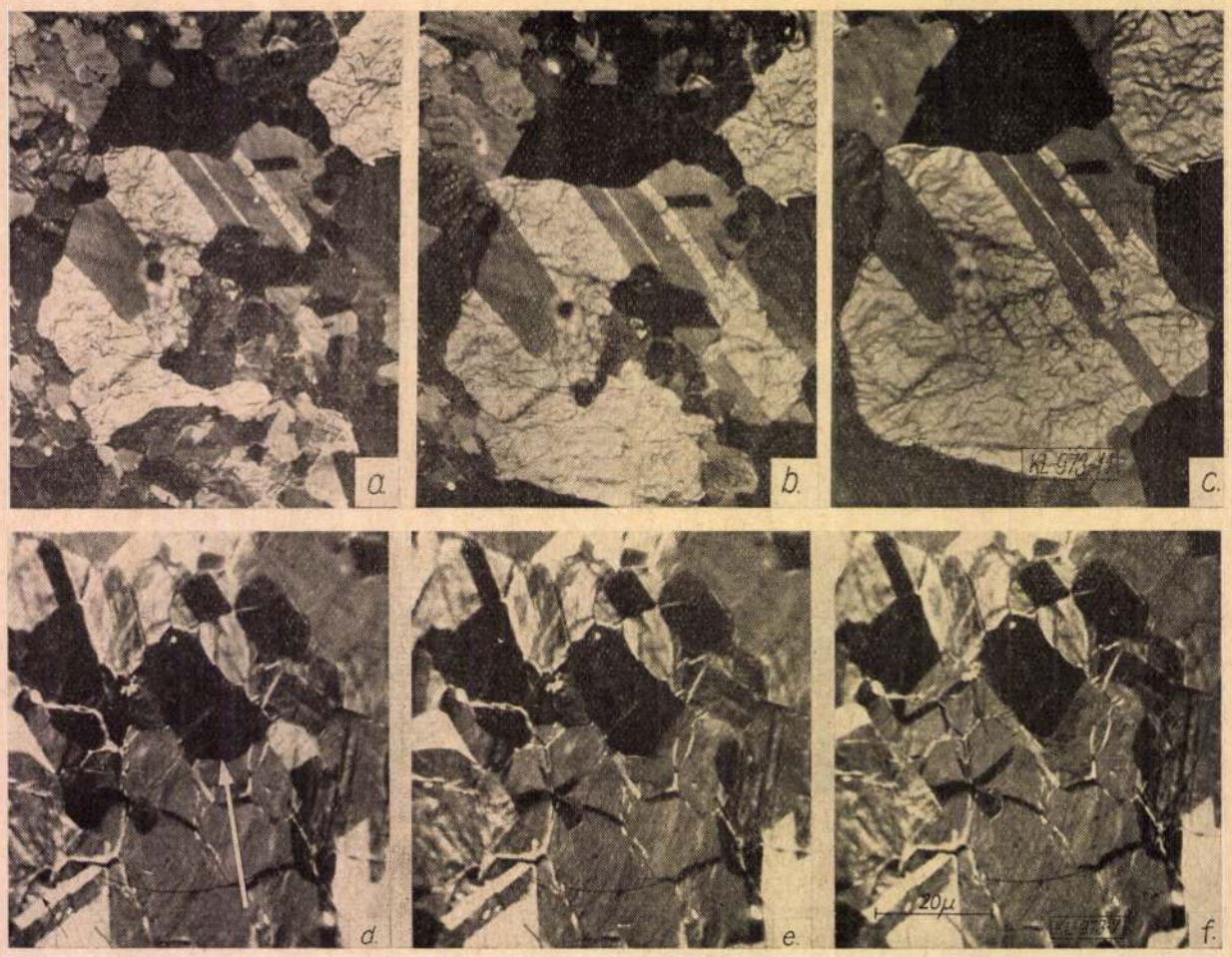
Az elmondottak alapján *a folyamatos* és *a lépcsős szemcsehatárvándorlási modell* teljesen különböző mechanizmusnak tűnik. *E két mechanizmus között azonban Gleiter* [7] *szerint kapcsolat található.*

Szemcsehatárvándorlásán a szemcsehatár-zóna mozgását értjük az érintősík normálisának irányában. A szemcsehatár mozgása az atomoknak az egyik szemcséből a másikba való jutásán alapul. Az atomoknak a határon való átmenetelének módjáról igen kevés adatunk van. Az atomoknak a határon való átlépése *Cahn* [8], illetve *Turnbull* [9] elmélete szerint lehet egyedi vagy csoportos. E két elmélet közös vonása az, hogy az atomok vagy atomcsoportok a határ különböző helyein egymástól függetlenül lépnek át. Ebből pedig az következik, hogy a szemcsehatár vándorlásának sebessége független a határ két oldalán levő szemcsék orientációjától, aminek pedig a kísérleti eredmények sokasága mond ellent [10].

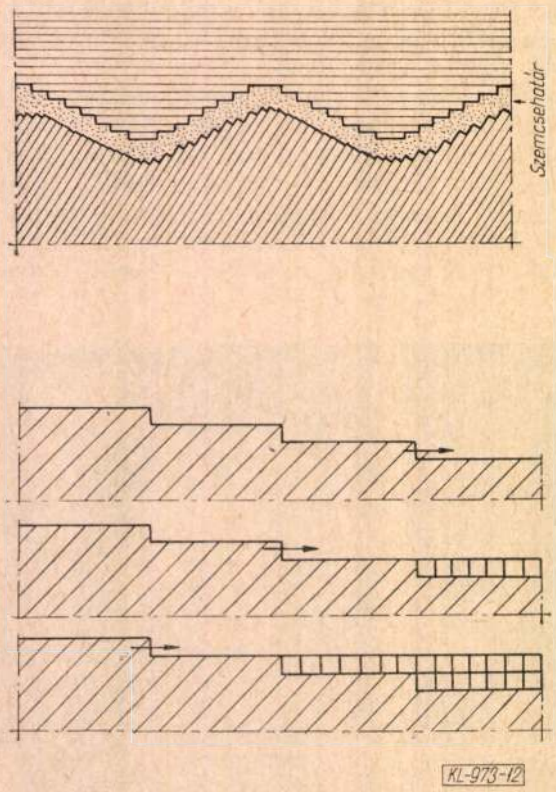
Gleiter szerint a két szemcse felülete, mely a szemcsehatárt képezi, egymásra épülő lépcsőkből áll. A felületen középpontos, köbös fémekben – így az austenitben is – e lépcsőket az [111]-síkok képezik. A szemcsehatárok mozgása, vándorlása a lépcsők jelenléte miatt lehetséges. A megfelelő hajtóerő hatására a méretét csökkentő szemcse



10. ábra. Általános nagyszögű határ mozgása a görbületi sugárral ellentétes irányban (CrV 140-es acél, 1020 °C)



11. ábra. A közel egyensúlyi szemcsealakulása CrV 140-es acél autenitjének durvulása közben, 1000 °C-on



12. ábra. A Gleiter-féle szemcsehatár-modell, illetve a lépcsős szemcsehatárvándorlást szemléltető vázlat

felületén levő lépcsőkből atomok lépnek ki a szemcsehatárzónába, innen pedig a méretét növelő szemcse felületén levő lépcsőkbe.

A Gleiter-féle modellel jól magyarázhatók az általunk is megfigyelt jelenségek: a koherens [111]-határok a határra merőleges irányban nem képesek elmozdulni, hiszen a lépcsők „koncentrációja" bennük nulla. Ha az ikerlamellák alakja mégis változik, ez csak lépcsős mechanizmussal történhet. A *12. ábrán* a Gleiter-féle szemcsehatár-modell, illetve a lépcsős szemcsehatár-vándorlás modellje látható.

IRODALOM

[1] *Verő, B.:* BKL. Kohászat *103*, (1970) 350
[2] *Müller, E. A. W.:* Handbuch der zerstörungsfreien Materialprüfung, Oldenbourg München 1969. R. 31. fejezet.
[3] *Tardy, P.—Verő, B.:* Microscopie Électronique (1970) II. kötet 515
[4] *Verő, B.—Tardy, P.:* Jenaer Rundscau *16* (1971) 246
[5] *Tardy, P.—Verő, B.:* „Die Untersuchung von Verformungs- und Rekrystallisationserscheinungen in EEM" Praktische Metallographie, publikálás alatt
[6] *Bailey, J. E.—Hirsch, P B.:* Proc. Roy. Soc. London *A 267* (1962) 11.
[7] *Gleiter, H.:* Acta Metallurgica *17* (1969) 565.
[8] *Cahn, J.:* Acta Metallurgica *10* (1962) 789.
[9] *Turnbull, D.:* Trans. AIME. *191* (1951) 661.
[10] *Tardy, P., Iskander, S. S.:* J. of Mat. Sci. *4* (1969) 535.

Különféle boltozatkonstrukciókkal elért tartóssági eredmények az Ózdi Kohászati Üzemek Acélművében

IVÓCS LÁSZLÓ PETŐ IMRE ZSUPONYÓ GYULA
okl. kohómérnökök,
Ózdi Kohászati Üzemek

DK : 669.18.013 : 669.184.12 : 666.764

Az ózdi Maerz-kemencék boltozatába épített téglák, az igénybevételtől függően, különböző mértékben használódtak el. Az oxigén alkalmazása után a boltozat középső része, amely az oxigénlándzsa mellett van, aránytalanul gyorsabban használódott el. A tanulmány ismerteti az üzemi viszonyokat, a boltozat elhasználódásának jellegzetességét, az új konstrukciós megoldásokat és az elért tartóssági eredményt.

Üzemi tapasztalatok az oxigén alkalmazása előtt

Az ózdi acélmű rekonstrukciója 1962. májusban az I. sz. Maerz-kemence üzembehelyezésével fejeződött be. Az új, 80 tonnás kemencék boltozatát Maerz cég 300 mm vastag feszített-rugózott kivitelben tervezte és kiviteleztette.

A boltozatba épített, hazai gyártású, égetett magnezitkróm téglák jellemző adatai a következők:

MgO	64	—	68	%
Cr_2O_3	10	—	13	%
Fe_2O_3	3	—	13	%
SiO_2	3,5	—	4	%
Al_2O_3	3,5	—	4	%
Térfogatsúly	2,80	—	2,85	g/cm³
Porozitás	22	—	23	%
Lágyuláspont T_a	1500	—	1560	C°
Nyomószilárdság	230	—	280	kp/cm²

A kemencéket kezdetben olajjal, majd olajjal és földgázzal üzemeltettük. Az oxigént kezdetben csak az égéslevegő dúsítására, majd lándzsán keresztül a frissítés meggyorsítására használtuk, 15—20 Nm³/t mennyiségben. Az oxigén bevitelének módjára több eljárást dolgoztunk ki [1, 2].

Kezdettől fogva figyelemmel kísértük az üzemeltetési körülményeket és a kemencék egyes falazatrészeinek az elhasználódását. A kemenceboltozaton mérési helyeket jelöltünk ki, s a kemence leállása után az elhasználódást rögzítettük.

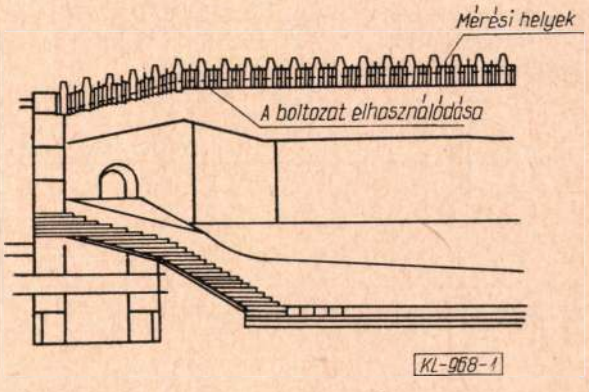
A megfelelő műszerekkel, a jól működő automatikus szabályozó-berendezéssel ellátott kemencék üzemeltetési és tartóssági mutatói kezdetben viszonylag egyenletesek voltak.

Üzemi tapasztalatok az oxigén alkalmazása után

A kiegyensúlyozott tartóssági eredményekben egyenetlenséget okozott az oxigén alkalmazása. A kemencében uralkodó hőmérsékleti tartományt három kemence kampány alatt vizsgáltuk. Az értékelés eredményét az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

A hevítés intenzitásának növelésével a boltozat elhasználódásának mértéke növekedett. Az *1.* és *2. ábrán* a mérési helyek jelölése és az elhasználódás jellegzetessége, a *3. ábrán* egy boltozat állapota látható leállás után. A *2. táblázatban* a boltozati téglák megmaradó részének vastagságát közöljük. A táblázatban mért adatok kemenceként csoportosítva, a kampányok pedig időbeni sorrendben szerepelnek.

Az elvékonyodott mezőtéglák pótlására az eredeti 300 mm-es boltozatra — 125 mm-es vastag



1. ábra. Mérési helyek és a boltozat elhasználódásának jellege

1. táblázat

A boltozat hőmérséklet tartományának alakulása

Hőmérsékleti tartomány a kampányon belül	A hőmérséklettartomány ideje					
	kampány	%	kampány	%	kampány	%
1730 °C-nál nagyobb hőmérséklet	201	1,40	402	1,43	603	2,71
1730 °C—1600 °C között	201	22,40	402	19,20	603	22,59
1600 °C—1400 °C között	201	67,20	402	71,00	603	68,91
1450 °C—1300 °C	201	8,00	402	7,30	603	5,00
1300 °C alatt	201	1,00	402	1,07	603	0,79
1730 °C hőmérséklet 50 °C-szal meghaladó túllépések sz.	201	32	402	28	603	81
*5 percet meghaladó visszahűtések száma 1300 °C alatt	201	308	402	2,94	603	210
Adagszám	389	—	362	—	332	—

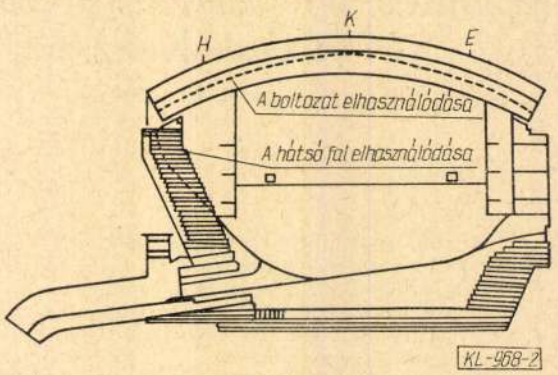
*-gal jelölt = egy óra 12 visszahűtésnek számolva

2. táblázat

Maerz-kemencék leállása után mért átlagos boltozatvastagság adatai, cm-ben

A kemence és kampány szám	Adagszám	A boltozat vastagsága cm-ben		
		közép	középtől 10. bordasor	szélső
1/01	381	14	14	17
2/01	389	10	13	16
2/02	377	—	—	—
3/01	312	—	—	—
3/02	408	—	—	—
3/03	336	—	—	—
4/01	341	6	6	6
4/02	362	3	14	17
4/03	429	11	12	9
5/01	370	—	—	—
5/02	344	3	7	15
5/03	386	8	9,5	13
6/01	370	7	9	13
6/02	383	7	8	6
6/03	332	7	8	6
6/04	298	15	15	12
7/01	410	2	8	12
7/02	298	7	8	10
7/03	234	8	12	20
7/04	257	6	12	18
7/05	384	12	14	17
8/01	342	8	12	14
8/02	330	7	10	14
8/03	225	14	15	21
8/04	330	—	—	—
8/05	340	6	10	17

téglából — pótboltozatot építettünk. A pótboltozat alkalmazása a 6—8. adag közben az eredeti boltozat megmaradó része már lepergett. A kemencetartósság növelésére irányuló törekvések új boltozatkonstrukciókkal végzett kísérletek lefolytatását indokolták.



2. ábra. Mérési helyek és a boltozat elhasználódásának jellege

Különböző boltozatkonstrukciók ismertetése, az ezek alkalmazásával elért eredmények

Annak eldöntése céljából, hogy az ózdi üzemi viszonyoknak milyen típusú boltozat felel meg a legjobban, négy különböző boltoztakonstrukcióval végeztünk kísérletet.

Az első megoldással a boltozat egyenletesebb elhasználódását úgy kívántuk biztosítani, hogy az oxigénlándzsától jobbra és balra 6—6 mezőben a téglák vastagságát 300 mm-ről 375 mm-re növeltük.

A második megoldással az egész boltozatot 375 mm vastag mezőtéglákból képeztük ki.

A harmadik megoldással a boltozatot a *4. ábrán* látható kivitelben, 425 mm-es vastagságban építettük meg. E konstrukció lényege, hogy a függesztett sorok számát 20-ról 32-re növeltük, a mezősorok számát 80-ról 60-ra csökkentettük. Ezzel elértük, hogy majdnem minden tégla függesztetté

3. táblázat

I. sz. (107) Márz-kemence boltozati vastagsága cm-ben

H	—	11	—	11	—	9	—	10	—	9	—	9	—	9	—	8	—	8	—	8	—	8	—	8	—	8	—	7	—	9	—	10	—	10	—	10
K	—	—	18	—	—	18	—	18	—	17	—	17	—	15	—	15	—	14	—	10	—	13	—	13	—	14	—	15	—	14	—	16	—	17	—	18
E	—	—	12	—	—	13	—	12	—	11	—	11	—	11	—	10	—	11	—	9	—	9	—	9	—	10	—	10	—	11	11	12	—	12	11	12

H=hátsó, K=közép, E=első mérési helyeket jelentik

4. táblázat

I. sz. (106) Maerz-kemence boltozati vastagsága cm-ben

H	—	20	17	17	16	16	15	16	15	15	15	5	7	3	3	3	—	4	4	4	4	5	8	8	9	10	12	13	13	14	13	14
K	—	30	30	30	28	28	28	25	25	20	23	17	17	11	—	14	13	—	12	12	13	13	15	17	17	25	23	25	25	28	28	32				
E	—	27	27	25	24	23	23	23	21	22	20	20	20	17	—	17	16	—	16	16	17	17	18	19	20	21	23	25	28	28	30	30				

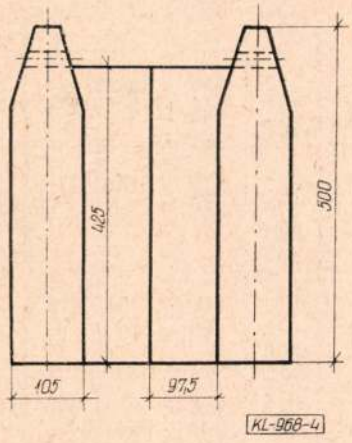
H=hátsó, K=közép, E=első mérési helyeket jelentik

Különböző boltozat-kiképzésű

(4—4 kampány

Boltozati tégla jele	Időszak	Adagszám	Üzemnap	Üzemidő ó/kampány	Fenékjavítási idő ó/kampány	Fenékjavítási idő %	Termelt bruttó acél %
H 61	1963—64	471	146	3518,42	131,84	3,74	42712,13
Q 62	1962—64	472	145	3492,01	106,81	3,1	43038,01
Q 61	1962—63	374	119	2796,08	78,16	2,79	33987,09
Kombinált	1965	328	91	2190,00	19,65	0,90	29775,73

3. ábra. Beszakadt boltozat képe (503. kampány)



4. ábra. H-jelű boltozatkonstrukció vázlata

vált. A konstrukció előnye, hogy üzem közben a téglák kicsúszása kiküszöbölhetővé vált.

A negyedik megoldással az ún. „kombinált konstrukciót" alkalmaztuk. Ennek lényege, hogy a boltozat középső részén (az oxigénlándzsától jobbra és balra) 4—4 mezőt 425 mm-es, ezt követően 3—3 mezőt 375 mm-es és a tűzfej fölötti szakaszt 300 mm vastag mezőtéglából építettük.

A *második konstrukciójú boltozat* megmaradó részének vastagságát a *3. táblázatban* közöljük. A boltozati téglák elhasználódási jellegzetessége az *5. ábrán* látható.

A *harmadik konstrukciójú boltozat* megmaradó részének vastagságát a *4. táblázatban* rögzítettük. Az egyenlőtlen elhasználódást jól szemlélteti a *6.* és a *7. ábra.*

A kísérlet során elért üzemeltetési mutatókat az *5. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázatban közölt kísérleti eredmények alapján a mezővastagítást 1964-től (első megoldás), a második megoldást — 375 mm-es mező — 1966-tól alkalmaztuk üzemszerűen.

A boltozatsúly a kampány kezdetén, a többi téglasúly a kampány végén beépített tűzálló anyagokat tartalmazza. Kombinált boltozattal 30 kemence épült, a táblázatban 4 kemence adata van feltüntetve.

Közbenső javítások hatása a tartósságra

A kemence betétsúlyának 80 tonnáról 100 tonnára való emelésével, valamint a hevítés intenzitásának fokozódó növelésével a boltozat középső szakaszán nagyobb dinamikai feszültségek jelentkeztek. Ennek következményeként a boltozat középső szakaszának elhasználódása meggyorsul. A hevítés intenzitása növekedésének és a boltozat elhasználódásának összefüggését különböző vastagságú boltozatkonstrukciókra vizsgáltuk. A kiértékelés eredményét a *6. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázat adataiból megállapítható, hogy a hevítés intenzitásának és a boltozat vastagságának a növelésével a fajlagos elhasználódás nagyobb. A tárgyi időszakban a hazai bázikus téglagyártás műszaki színvonalában javulás alig jelentkezett, ezért tervszerű közbenső javítással tudtuk a kemencetartósságot az optimális értéken tartani.

5. ábra. A boltozat középső részének elhasználódása (107. kampány)

5. táblázat

kemencekampányok műszaki mutatói

átlaga)

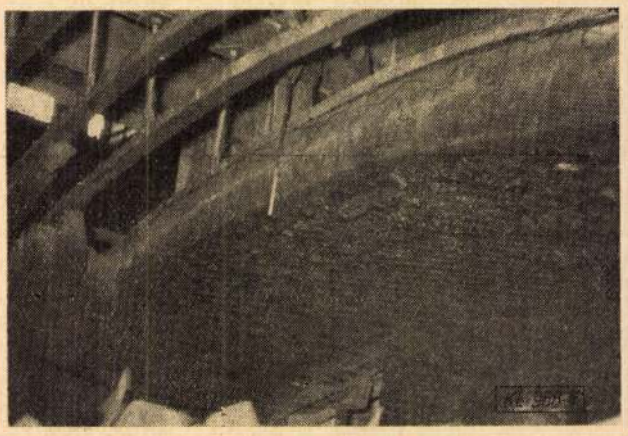
Bruttó kemence teljesítmény t/ó	Bruttó fajlagos kal. felh. 10^6 kal/t	O_2 felhasználás Nm^3/t			Beépített tégla			
		égési levegő dúsítás	Boltozati lándzsa	összes	Boltozati összes			
					t	kg/t	t	kg/t
12,71	1,042	6,62	8,00	14,62	115,47	2,71	488,31	11,45
12,71	1,004	5,39	11,92	16,00	102,10	2,37	450,18	10,46
13,01	0,960	7,81	9,50	17,31	94,37	2,76	432,06	13,00
13,59	1,04	—	10,35	10,35	106,80	3,56	446,34	15,00

Év	Jellemzők	Kampányok											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1962	Kemenceszám	804	805	806	703	704	705	602	603	604	502	503	504
	Adagszám	330	340	452	234	257	384	363	332	298	344	356	236
	Kisboltozat javítás . .												
1963	Kemenceszám	807	808	706	707	708	605	606	607	505	506	404	405
	Adagszám	393	538	304	424	423	337	424	362	341	451	373	493
	Kisboltozat javítás . .												
1964	Kemenceszám	809	810	709	710	608	609	507	508	509	406	407	408
	Adagszám	445	350	394	445	364	405	414	427	386	493	437	377
	Kisboltozat javítás . .												
1965	Kemenceszám	407	610	711	811	208	510	409	309	611	712	108	209
	Adagszám	498	436	348	383	437	416	399	403	333	340	476	312
	Kisboltozat javítás . .												
1966	Kemenceszám	411	613	714	110	814	211	312	412	614	513	815	615
	Adagszám	454	408	360	395	394	340	467	354	320	504	384	480
	Kisboltozat javítás . .							288			281		250
1967	Kemenceszám	817	818	716	717	718	616	617	618	515	516	517	414
	Adagszám	434	448	538	415	491	406	576	386	426	374	488	531
	Kisboltozat javítás							343 489					310
1968	Kemenceszám	819	820	719	619	518	417	317	216	115	821	720	721
	Adagszám	390	389	405	448	417	401	511	456	409	434	420	354
	Kisboltozat javítás . .							306					
1969	Kemenceszám	822	823	824	722	723	724	621	622	623	520	521	522
	Adagszám	448	490	494	528	412	398	376	396	527	489	389	410
	Kisboltozat javítás				—						—		

A közbenső javítás lényege, hogy a boltozat középső részét közbenső javítás alkalmával — 20 mezőt — lebontottuk és újjáépítettük, lehetővé vált a regenerátor rácsozat részleges cseréje is.

A kemencék tartósági eredményeit és a fajlagos mutatókat a 7. *táblázatban* foglaltuk össze. A táblázatból megállapítható a tartósság, a közbenső javítások bevezetésének ideje és az az adagszám, amely után a javítást elvégeztük.

6. ábra. A boltozat középső részének elhasználódása H-jelű konstrukciónál (106. kampány)



7. ábra. A boltozat szélső mezőinek elhasználódása H-jelű konstrukciónál (106. kampány)

Összefoglalás

Az üzemeltetési tapasztalatok igazolták, hogy az oxigénnek égési levegő dúsítására való felhasználásakor nagyobb boltozatelhasználódás alig érezhető.

Oxigénlándzsa alkalmazása esetén, amikor az oxigént közvetlenül az acélfürdőbe fújjuk be,

alakulása 1962—69. *6. táblázat*

adag tartama												Tartósság, adag/kampány	Fajlagos tégla felhasználás kg/t
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
401 341	402 362	403 429	301 312	302 408	303 336	201 389	202 377	101 389	102 350			346	15,53
304 375	305 478	203 317	204 447	103 432	104 416							407	12,75
306 406	307 330	308 371	205 437	206 429	207 428	105 315	106 422	107 498				408	12,10
812 439	511 401	310 324	410 384	612 426 242	713 440	109 413	813 354	311 315	210 471 340	512 451 262		400	12,75
111 516 312	313 394	715 495 302	514 509 330	816 487	413 421	212 498 283						425	12,70
415 359	416 389	314 548 305	315 354	316 397	213 361	214 320	215 434	112 384	113 574 335	114 509 292		441	12,99
620 406	519 424	418 390	419 367	318 387	319 382	217 417	218 333	116 394				410	12,92
420 450	421 407	320 476	321 361	219 532	220 513 245	117 509 239	118 470	119 365				449	13,21

7. táblázat

Az oxigénes frissítés intenzitása növekedésének és a fajlagos boltozat elhasználódásának összefüggése

Naptári év	VII. sz. Maerz kemence				VI. sz. Maerz kemence			
	boltozat vastagság mm	boltozat tartósság adag	az O_2 frissítés intenzitása	elhasználódás mm/100 adag	boltozat vastagság mm	boltozat tartósság adag	az O_2 frissítés intezitása	elhasználódás mm/10° adag
1961	300	354	13,05	70	300	370	12,85	59
1962	300	292	15,50	78	300	324	11,50	60
1963	375	364	12,60	76	375	374	13,40	74
1964	375—425	410	13,52	90	375	335	13,85	85
1965	375	375	13,72	98	375	398	14,30	92

Ahol az O_2 frissítés intenzitása $\frac{1}{\text{adagidő}} \cdot 100$

a boltozat fajlagos elhasználódása is gyorsabb. A boltozat vastagításával az elhasználódás a kampány kezdeti szakaszában nagyobb.

Lépcsős boltozatkonstrukcióval, tervszerű közbenső javításokkal, azonos tégla-minőség mellett lehetségessé vált a boltozat tartósságának növelése.

Az oxigén mennyiségének, a frissítés intenzitásának növelése nem nélkülözheti a javított minőségű téglák alkalmazását úgy, hogy a legjobban igénybevett részen a legjobb minőségű téglát kell beépíteni.

IRODALOM

[1] *Schottner Lajos:* Az oxigén felhasználása az SM-acélgyártásnál, különös tekintettel az oxigén-földgáz boltozati égők alkalmazására. Metallurgiai konferencia 1968.

[2] *Hevesi Imre:* Metallurgiai eredmények a rekonstruált, új ózdi Acélműben. Kohászati Lapok, 1965. 12. sz. p: 569—573.

[3] *Antonov, G. I.—Bermann, S. M.—Jampolszkij, M. I.:* Szoveta ukrányszkovo naucsno isszledovatyelszkovo insztituta ogneuporov Ognyeuporü 1962. I. sz. 43—46. oldal.

[4] *Podszolono, V. A.:* Stokoszty szvodorov martinivszkih pecsej, Metallurg. 1966. 7. sz.

Műszaki és gazdasági hírek

Európa legnagyobb folyamatos öntőműve az Italsidernél

Az olasz Italsider-cég 1971 júniusában üzembe helyezte Európa legnagyobb lemezbuga-folyamatos öntőművét. Az öntőművet a DEMAG közreműködésével Mannesmannék építették, kapacitása 1,2 millió t/év. Az acélt 300 t-ás LD-konverterben gyártják, egy másik ugyanilyen konverter tartalékban áll. A kétszálas, ívelt elrendezésű (10,5 m sugarú) öntőmű 1500—2000 mm széles, 140—300 m vastag lemezbugát önt csillapított ötvözetlen és gyengén ötvözött acélból. (P)

Stahl und Eisen, 1971. okt.

*

Belga hitel a niksici vasmű kiépítéséhez

Egy belga konzorcium 40 millió $-os hitelt nyújt a jugoszláviai Niksic vasművének kibővítéséhez és modernizálásához. A hitelt a vállalat termékeivel fizeti vissza. A vasmű korábban is kapott hitelt a konzorciumtól bor-i öntödéjének és elektrolízis-üzemének felszerelésére.

A vasmű modernizálása lehetővé teszi, hogy az ötvözetek és a nemesacél termelésének kapacitását létszámnövelés nélkül 180 000 t/évről 350 000 t/év-re emeljék. Ezzel egyidejűleg a termelési érték 450 millió Dinár/évről 1,2 millió Dinár/év-re növekszik. A munkálatok a jövő évben kezdődnek és 1975-ben fejeződnek be. (P)

Montan, No. 268/71.

*

Hídleszakadás korrózió következtében

1967. december 15-én hirtelen leszakadt az USA Ohio folyója fölött Point Pleasant és Kanauga városok között épült híd, 46 ember halálát okozva.

A híd 1928-ban épült, acéllánchevederes függőszerkezettel, középső íve 210 m, két szélső íve 115 m hosszú volt. Függesztőlánca nem a két parthoz volt kifeszítve, hanem a merevítő rácsnyalábhoz kötve húzott-nyomott tartószerkezet alakult ki. Hasonló hídszerkezet a világon mindössze 3 volt, a point-pleasanti, a másik ugyancsak az USA-ban St. Marys város fölött, a harmadik Brazíliában. A szerencsétlenség után az USA másik hídját is kivonták a forgalomból, azóta már mindkét hidat korszerű szerkezettel át is építették.

A hídszakadás körülményeinek tisztázására, okainak jeltárására széleskörű bizottság alakult, amelynek zárófelentése (NTSB—HAR-71—1) *Beszámoló egy közúti szerencsétlenségről. Az US35 pointpleasanti közúti hídjának 1967. dec. 15-én bekövetkezett leszakadása* címmel jelent meg.

A láncszemek hossza 13—16 m, keresztmetszete 50 × × 305 mm volt, anyaguk ötvözetlen szerkezeti acél. Az elemek két végükön kiszélesedtek, e rész közepébe fúrták 380 mm átmérőjű lyukat az illesztőcsap számára.

A roncsok átvizsgálása során találtak egy lánctagot, amely az illesztőcsap szemkiképzésében volt törött, a feltételezések szerint ez a törés indította meg a szerencsétlenséget. Sikerült a folyómederből kimenteni a töröt csapszem darabjait, amelyet az NBS (Állami Szabványványhivatal) vizsgált meg tüzetesen. A törött rész anyaga, méretei és kiképzése nem tért el a híd többi részének azonos jellemzőitől, azt bizonyítva, hogy nem kivitelezési gondatlanság okozta a leszakadást.

Bebizonyosodott viszont, hogy az illesztő csapszem korróziója feszültségkorróziós repedéseket indított meg a lánctag anyagában; az egyik ilyen repedés mélysége 3,2 mm volt. Ez a dinamikus igénybevételi körülmények között *bemetszési effektust* fejtett ki, környezetében az anyag ridegtörővé vált. Az évek folyamán a láncszem kifáradt, eltört, s törésével az egész híd leszakadását okozta.

A bemetszés-repedés felülete különösen elszíneződött, más színárnyalattal, mint az acél egyéb rozsdás felületrésze. A mikromintás vegyelemzés ezt a korróziós terméket kénvegyületként határozta meg, amiből arra következtettek, hogy a környezeti kéndús atmoszférának is szerepe volt a feszültségi repedések kialakulásában.

Ellenőrző vizsgálatokat a US Steel és a Battelle Memorial laboratóriumában végeztek, sztatikai számításokkal kiegészítve. Ezek megerősítették az NBS eredményeit, bebizonyították, hogy a feszültségkorróziós repedés kiválthatta a törést, sőt 30 más láncszem közül négynek a furatfelületén találtak hasonló, de kisebb mértékű feszültségkorróziós repedést.

A tanulmány érdekességének aktualitását nálunk a Láncdíd tervbevett rekonstrukciója jelenti. (R)

Steel Times, 1971. okt.

*

Angol szakemberek arra számítanak, hogy a Közös Piacban elfoglalt tagságuk segíteni fog a vashulladékexporton. Mint az Angol Vashulladék Egyesülés adatai bizonyítják, már a múlt év második felében kedvezően emelkedtek a kiszállítások, annak ellenére, hogy a vashulladék világpiacon a kereslet tartósan nyomott volt. (R)

Steel Times, 1971. okt.

*

Európa legkorszerűbb rozsdamentes acél csőgyára került üzembe Angliában. A gyár ferrites és austenites acélötvözetekből hidegvonással készít csöveket. A kiinduló anyag vagy 25,4, vagy 165 mm belső átmérőjű, 10 mm körüli falvastagságú extrudált hüvely, amelyet először az üveg kenőanyagtól kell megszabadítani, utána lebegődugós eljárással működő hidegvonó automatákra kerülnek a darabok. A gyár bonyolult hőkezelő, pácoló, felülettisztító és vizsgáló berendezésekkel rendelkezik. A gyári rekonstrukció után a kapacitás 25%-kal emelkedett, a munkaerő 10%-kal csökkent. A készcsövek mérete 10—70 mm külső átmérő, 33 mm hosszúság. (R)

Steel Times, 1971. okt.

*

Az angol Loewy Robertson gépgyár Olaszország és meghatározott exportpiac viszonylatában eladta szalaghengersori licenciáját a Danieli és TSA cégnek. A Loewy-féle hengerállvány hidraulika révén automatikusan szabályozza a hengerrést, ami a hengerelt termék méretpontosságát és anyagkihozatalát fokozza. A licencia keretében az olasz cég lemez-, szalag- és fóliasorokat és ezek segédberendezéseit gyárthatja. (R)

Steel Times, 1971. okt.

*

A szocialista országok acéltermelési előirányzatai

A francia L'Usine Nouvelle folyóirat a közelmúltban közölte a szocialista országok acéltermelési előirányzatait, amelyből kitűnik, hogy a szocialista tábor 1980-ra a világ legnagyobb acélexportőre lesz. Románia 1975-re 9,7 millió t acélt tervez gyártani (1970 : 6,5 mill. t), a bolgár előirányzat 1975-re 5 millió t acél (1970 : 1,5 mill. t), az NDK acéltermelési elképzelései nem ismeretesek, de 1970-ben 5 millió t-t gyártottak. Csehszlovákia terveiben 14 millió t-ás acéltermelés szerepel 1975-ben (1970: 11,5 mill. t), Lengyelország 1975-ben el akarja érni a 15,5 millió t-t, sőt 1980-ra 19—20 millió, 1985-re 24 millió t acél termelést feltételeznek. A Szovjetunió 1975 évi 150 millió t nyersacél termelési előirányzatából 30% LD-acél lesz. (P)

Metal Bulletin, No. 5658

*

Leállított görög kohó- és acélmű üzembehelyezése

Megkezdődtek a görög Eleuszisz közelében fekvő és a Chalywourjiki SA tulajdonát képező acélmű második — eddig leállított — kohójának üzembehelyezési előkészületei. Ez összefügg azzal, hogy a vállalat fokozni akarja exportját. 1972-ben 15 millió $ értékben van megrendelés acéllemezre és más termékre, és jövőre az export további növelésével számolnak.

A görög kormány engedélye alapján a Mambo és Maneszisz cégek ismét üzembehelyezik az 1970 júniusában leállított voloszi vas- és acélművet. 600 000 $ értékű gépi berendezés beszerzését tervezik. (P)

Montan, Nr. 67/1972

*

Újabb miniüzem üzembehelyezése Hamburgban

A Korf csoporthoz tartozó Hamburger Stahlwerke mini acélműve üzembehelyezésre került. Ez az első olyan európai üzem, ahol teljesen integrált acélművel és hengersorokkal találkozunk és amely a közvetlen redukció elve alapján működik. Éves kapacitása 450 et.

Schloemann szállította a finom- és drótsort és a svájci Concast céggel együttműködve a két négyszálas folyamatos öntőművet, melyek 120 mm Ø bugát öntenek 80 t-ás adagokból kiindulva. Az öntőműveket két elektrokemence látja el acéllal. A Schloemann-sor a bugákból 5,5—12,5 mm átmérőjű hengerhuzalt (1500 kg-os tekercsekben) és 12,5—38 mm átmérőjű rúdacélt gyárt. A bugamelegítő tolókemence teljesítménye: 80 t/óra. (P)

L'usine Nouvelle No. 8. 1972.

*

Rautaruukki bővítési tervei

Finnország első acélműve, a Rautaruukki Oy a jelenlegi 800 000 t/év kapacitását 1976-ra 1 700 000 t/évre akarja bővíteni. Az acélműhöz új oxigéngyár és kokszolómű építését tervezik. A nemrég elkészült hideghengermű már próbaüzemel. A tervekben szerepel egy új nagyolvasztó építése, valamint az öntöde és a hengermű teljes kiépítése. Az 1972—1976 közötti beruházások 500—600 millió finn márkát tesznek ki. A kapacitásbővítéssel járó nagyobb vaséreszükségletet részint a cég meglevő bányái biztosítják, részint új, hazai ércelőfordulások kiaknázása útján fedezik. Ezenkívül a Szovjetunióból (Kostamo, a finn határ mellett), ill. észak-svéd bányákból is terveznek ércet beszerezni. (P)

Montan, No. 41/1972.

*

Újtípusú ferromangán au USÁ-ban

Az amerikai Union Carbide „MS"-jelzéssel új igen alacsony szilíciumtartalmú ferromangán minőséget ajánl a piacon a korábban alacsony Si-tartalmú és közepes C-tartalmú ötvözet helyett. Az új ötvözet összetétele: Mn 1,25—1,50%, S_{max} 0,20% és P_{max} 0,30%.

A Si-tartalom kb. 67%-os csökkentése az automataacélok megmunkálhatóságát 7%-kal növeli. Az „MS%" ferromangán bázisára: 21 $ cent/Mn-tartalom angol fontonként, franco üzem Mariette (Ohio). (P)

BIKI, 1972. febr. 10.

*

A Nippon Yakin Kogyo új rozsdamentes acélgyártó eljárása

A japán cég új eljárást fejlesztett ki, ill. szabadalmaztatott a rozsdamentes acélok gyártására. Az eljárás lényege: a króm és nikkeltartalmú érceket forgó kemencében izzítják, majd a szilícium eltávolítására elektrokemencébe adagolják, végül a végső kikészítést LD-konverterben fejezik be. (P)

Metal Bulletin, No. 5687

*

Új folyamatos öntőmű Tarantóban

Az Innocenti Meccanica et Santeustacchio (Sidercast csoport) az Italsidertől rendelést kapott egy kétszálas folyamatos öntőmű szállítására, amelyet a tarantói acélműben szerelnek fel. Tarantóban ez lesz a harmadik folyamatos öntőmű. A nagy keresztmetszetű lapos bugákat öntő gép éves termelése eléri az 1,5 millió t-át. A buga keresztmetszet: 900—2200 mm × 150—300 mm.

Az első Sidercast—Concast öntőgép üzembehelyezését 1973 őszére, a másodikat 1974 áprilisára tervezik. Az első berendezés gyártási programja főleg az alacsony- és nagyszilárdságú lemezek, a másodiké pedig a finomlemezek alapanyagának gyártását irányozza elő. (P)

L'usine Nouvelle, No. 10/1972,

*

Bővítik az ÖAM húzóüzemét

Az Österreichische — Alpine Kindbergi húzóüzemét közepesen ötvözött nemesacélok modern feldolgozóüzemévé építik ki. E célból egy 35 m hosszú izzító-tolókemencét és egy nemesítő-tolókemencét szerelnek fel. A húzómű kapacitását két új húzópad (Ø 19—38 mm, ill. Ø 6—19 mm) beállításával lényegesen megnövelik, így ez lesz Ausztria legnagyobb rúdacélhúzóműve. (P)

Montan, Nr. 37/1972.

*

Dillinger 4 m széles lemezeket gyárt

A Dillinger Hüttenwerke (Saar) új nehéz lemezeket gyártó üzemet indított be, amely csaknem megkétszerezte a vállalat kapacitását. A hengermű érdekessége a 4,3 m széles quarto-állvány, amelyen 4 m széles lemezek hengerelhetők. Az elméleti kapacitás: 75 000 t/hónap. (P)

Metal Bulletin, No. 5664.

Beszámoló a külföldi konferenciáról

Röntgendiffrakciós konferencia Gliwiczében

Június 7—8-án rendezték Gliwiczében a VI. Fémtani és metallurgiai röntgen finomszerkezetvizsgálat konferenciát.

Az ülésszak a Lengyel Kohászati Egyesület és a Gliwiczei Vasmetallurgiai Intézet aktív közreműködésével a hagyományokhoz híven most is igen színvonalas volt. A két nap alatt 49 referátum hangzott el lengyel, szovjet, japán, német, csehszlovák, román és magyar kutatók előadásában. Ezekből világosan kirajzolódtak a röntgendiffrakciós kutatások leglényegesebb tématerületei, és a méréstechnikai és értékelési módszerek ma leginkább használatos típusai.

A legintenzívebben kutatott területek ma a következők: textúravizsgálatok, fázisanalízis texturás anyagban, rácshibák mennyiségi meghatározása, precíziós rácsméret meghatározás.

A lengyel röntgenes kutatóapparátus nagy erőfeszítéseket tesz a módszerek egységesítése és az eredmények enciklopédikus gyűjtése és tárolása érdekében. Központi törekvésük a textúrafajták gyűjteményének kézikönyvszerű összeállítása és kiadása. E gyűjtemény valóban nagy, mintegy 15 éves űrt tölthetne ki, hiszen ebben az időszakban az eredmények rendszerezése a világon sehol nem történt meg.

Az ötvözött acélok vizsgálatánál egyre jobban terjed a röntgenes vizsgálótechnika. A környező szocialista országok ellátottságához képest Magyarországon feltűnően kevés a röntgen finomszerkezetvizsgáló berendezés. E körülményre érdemes felfigyelni, hiszen a korszerű alakítástechnika, a korszerű hőkezelés, a termomechanikus kezelés gyártmányainak minősítése a röntgendiffrakciós vizsgálótechnika elterjedését, általánossá válást igényli.

Az alakított 18/8 CrNi acél melegítésekor bekövetkező rétegződési hiba valószínűség és rácsméret változásokról tartott beszámolónk iránti érdeklődés is a röntgenes vizsgálatok kiterjesztésének további lehetőségét bizonyítja.

A konferencián levetítésre került „A hőkezelés elméleti alapjai" című — a MAFILM Népszerű Tudományos Stúdiójában készült — oktatófilm, amelyet — a kedvező fogadtatás alapján — a hazai szakközönség figyelmébe ajánlunk.

Dr. Bárczy Pál

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

Alumínium-feldolgozó iparunk 10 éves fejlődése

Dr. DOMONY ANDRÁS
okl. vegyészmérnök műszaki tudományok doktora
MAT Alumínium Alkalmazástechnikai Központ

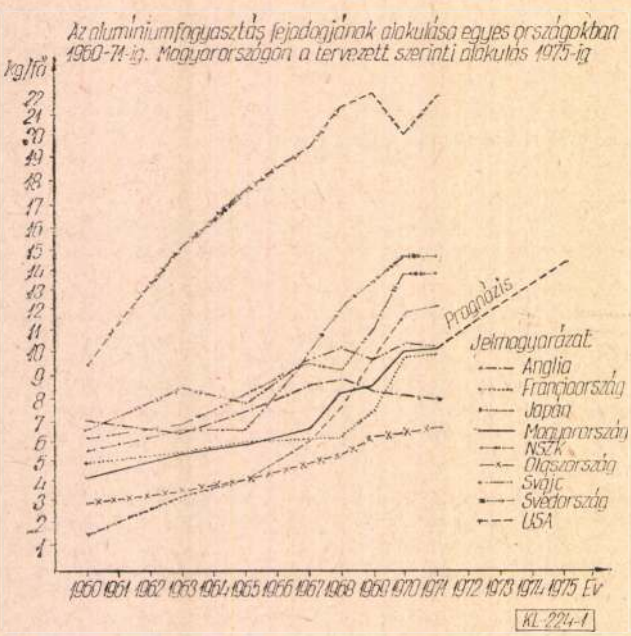
DK: 669.717+061.66(439): 659.24/25

A szerző áttekintést ad az elmúlt 10 év fejlődéséről. Ismerteti a 10 évvel ezelőtt alakult Alumínium Alkalmazástechnikai Központ tevékenységét.

Alumíniumiparunk helyzete 1962-ben

Magyarország világviszonylatban is figyelemre méltó ércvagyonán nyugvó bauxit termelése 1962-ben 1 473 000 tonna volt, azaz a világtermelés 4,5%-a. A 239 000 tonnás timföld termelése Európában a harmadik helyet foglalta el; az üzemek műszaki mutatói kezdtek felzárkózni a világszínvonal adataihoz. A hazai timföldgyárak a bauxittermelés 49,2%-át dolgozták fel. Alumínium kohászatunk jól műszaki mutatókkal 52 700 tonna fémet állított elő. Így a kibányászott bauxit ércből kitermelhető fémnek csak 21,5%-át nyerte ki a magyar ipar. Ennek a fémmennyiségnek az előállítása is az ország teljes villamosenergia fogyasztásának 11–12%-át vette igénybe. A kohókban termelt fémből 38 200 tonna félgyártmányt, és kereken 10 000 tonna öntvényt állítottak elő. A félgyártmány-gyártás műszaki színvonala egyenetlen volt; a világszínvonal követelményeit csak egyes termékek (pl. huzal) érték el.

Magyarország alumínium fogyasztása 1962-ben 43 450 tonna volt, ami 4,3 kg-os fejadagnak felel meg. Ez a jelzőszám 29–50%-kal elmaradt az alumíniumiparral rendelkező fejlett nyugat-európai országok fejenkénti alumínium fogyasztásától (pl. Anglia fejadagja 8,2; Franciaországé 5,1; NSZK-é 6,9; Svájcé 9,4; Svédországé 6,3 kg/fő volt) *(1. ábra)*.



1. ábra. Az alumíniumfogyasztás fejadagjának alakulása egyes országokban 1960—1971. években, Magyarországra a tervezet szerinti alakulás 1975-ig

Az alumíniumfogyasztási struktúra magán viselte a korábbi szükséggazdálkodás megmaradt jeleit. Alumíniumot elsősorban import fémek helyettesítésére lehetett felhasználni (pl. villamosiparban); számos területen még érvényben voltak az 50-es években kidolgozott felhasználást korlátozó rendelkezések. A magyar alumínium-feldolgozó ipar termékei egyes területeken elérték a világszínvonalat (pl. villamosipar, kishajó-építés, motorkerékpár-oldalkocsi, edények stb.), számos vonalon pedig a jövő fejlődése szempontjából figyelemre méltó kezdeményezések voltak (pl. propán-bután gázpalackok, tubusgyártás- és felhasználás stb.). A magyar alumínium-felhasználás struktúrája is ezt a rendkívüli helyzetet tükrözi. A feldgolozott alumínium mennyiségből 33,5%-ot a villam sipar, 20,3%-ot pedig a járműgyártás igényelt; ugyanakkor az építőipar, illetve a vegyipar és csomagolás csak 3,1%-ot, illetve 10,1%-ot használt fel. Nyugat-Európában ugyanakkor a villamosipari célokat szolgáló alumínium-felhasználás az összes mennyiség kb. 10–15%-át, az építőipar 10–20%-át, a vegyipar és csomagolás pedig 12–17%-át igényelte.

A magyar–szovjet timföld-alumínium egyezmény

Az 1962 novemberében megkötött magyar–szovjet timföld-alumínium egyezmény lehetőséget nyújtott arra, hogy elsősorban a feldolgozó ipar meglevő, de még ki nem elégített, valamint perspektivikus alumínium igényét fedezni lehessen világpiaci áron bekerülő fémmennyiséggel. Az alapanyag biztosításával egyes területeken ki lehetett alakítani a termelés szakosítását korszerűen és gazdaságosan dolgozó alumínium késztermékeket előállító gyártási folyamatokká (pl. alumínium tubusgyártás, alumínium radiátorok, propán-bután gázpalackok, söröshordók, autószifonok, kuktafazekak stb.).

Az addig fennálló fémhiány már 1965-ben kezdődött feloldódni, a megkötött egyezmény realizálását megelőző külön megállapodások hatására az országba érkező alumínium mennyiségek következtében. Ez közvetlenül éreztetette hatását a fogyasztási struktúrában is.

Az 1962–71. közötti tízéves időszakban a magyar alumínium-felhasználás növekedési indexe

jelentős mértékben meghaladta a többi szocialista államét, a nyugat-európai tőkés országokét és az USA-ét is. Ez a fejlődés már alapanyag bázison alapuló szakosítást igazol, amit elsősorban a magyar–szovjet timföld-alumínium egyezmény realizálása tett lehetővé.

Az alumínium félgyártmány gyártás és készáru termelés volumenének növekedésével megváltozott a fogyasztási struktúra is, annak figyelembevételével, hogy részint megkezdődött az eddig elmaradott területek alumínium igényének kielégítése (pl. építőipar, tömegcikk termelés), részint jelentős mennyiségben újabb alumínium készáruk exportja indult meg. Ennek következtében 1971-ben Magyarországon 105 000 t alumíniumot dolgoztak fel készáruvá, ami annyit jelent, hogy a magyar alumínium felhasználás 1971-ben 10,3 kg/főre növekedett *(1. táblázat)* meghaladva evvel Anglia, Franciaország, Svájc adatait és megközelítve a legnagyobb európai fogyasztók (NSZK 13,9 kg/fő; Svédország 14,7 kg/fő) értékeit. Bár a villamiospar döntő súlyát a hazai alumíniumfogyasztás százalékos megoszlásában megtartotta, az építőipar fogyasztása szinte ugrásszerűen megnőtt és elérte a 10%-os részesedést. A kereken, 100 000 tonnás alumínium készárutermelésből jellegzetes alumínium készgyártmány export 24 000 t. Az exportra kerülő legfontosabb alumínium késztermékek – a villamosipari szabadvezeték sodronyokon és kábeleken kívül – az edények, söröshordók, radiátorok, hőcserélők, tubusok, nyílászáró, szerkezetek, pigment stb.

1. táblázat

A magyar alumíniumfelhasználási fejadag alakulása 1962-ben, 1971-ben és a prognozis 1975-re

kg/fő

Felhasználási terület	1962	1971	1975
Közlekedés	0,9	1,3	2,0
Villamosipar	1,5	3,2	4,1
Vegyi- élelmiszeripar csomagolás	0,4	1,2	1,8
Építőipar	0,1	1,1	1,5
Edény- és tömegcikkipar	0,6	1,6	2,2
Gépipar	0,2	0,6	0,8
Vaskohászat, por, és egyéb	0,6	1,3	2,0
	4,3	10,3	14,4

Az Alumínium Alkalmazástechnikai Központ tevékenysége

Ugyanabban az évben, mint amikor aláírták a magyar—szovjet timföld—alumínium egyezményt, alakult meg az *Alumínium Alkalmazástechnikai Tanácsadó Csoport* az *Alumíniumipari Kereskedelmi Vállalat* keretén belül. A két időpont egyezése nem véletlen. Nyilvánvaló volt, hogy az egyezmény keretében importált fémmennyiség hamarosan olyan helyzetbe hozza a magyar alumíniumipart, hogy fokozottabban gondoskodnia kell az egyre nagyobb mértékben rendelkezésre álló fémmennyiség népgazdasági érdekeket legnagyobb mértékben figyelembe vevő leggazdaságosabb elhelyezéséről. E célok valóraváltása érdekében alakult át 1963-ban az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság* javaslatára a Gazdasági Bizottság határozata alapján az Alumínium Alkalmazástechnikai csoport *Alumínium Alkalmazástechnikai Központtá.*

A *Központ* 1968. január 1-től a *Magyar Alumíniumipari Tröszt* széles körű önállósággal rendelkező részlegeként működik.

A Központ feladatai és munkásságának főbb eredményei

A Központ fő feladata mint a múltban, jelenleg is és a jövőben is annak elősegítése, hogy a fémmennyiség olyan félgyártmányok formájában álljon rendelkezésre, ahogy azt a fogyasztók megkívánják; másrészt, hogy olyan fogyasztói igények jelentkezzenek, melyek a rendelkezésre álló félgyártmány mennyiséget gazdaságosan gyártható, illetőleg felhasználható termékek előállítására átveszik. Az Alumínium Alkalmazástechnikai Központ tehát összekötő kapocs a szűkebb értelemben vett aluíniumipari vertikum és a készárugyártók, valamint az alumínium fogyasztók között egyaránt.

Ebben a szerteágazó fejlesztési tevékenységben a *Központ* — iparágon belül — a *Fémipari Kutatóintézet* és az *Alumíniumipari Tervező Vállalat* segítségére támaszkodott és támaszkodik jelenleg is. Iparágon kívül szoros kapcsolatokat épített ki az egyes területek tervező és fejlesztő intézeteivel (Erőterv, Iparterv, Autókút, Ágti, Veiki, Konzervipari Kutatóintézet, Vegyterv, Agroterv stb.), valamint a legfontosabb alumíniumot feldolgozó vállalatokkal.

A Központ munkájának fő irányai:

— a MAT-on belüli készárugyártás volumenének növelése és a termékek választékának bővítése;

— széles körű műszaki tanácsadás és marketingmunka az alumínium fogyasztás fokozására;

— műszaki fejlesztés és prototípus gyártás egyes súlyponti területeken.

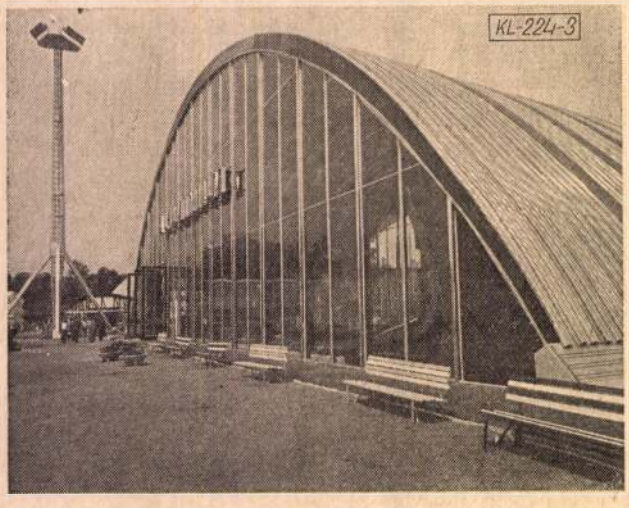
Kezdetben a fejlesztési irányokat a *Központ* az érdekelt felhasználási ágazatokkal közösen dolgozta ki figyelembe véve az alumínium-felhasználás világtrendjeit. Idővel a fő fejlesztési munkák 4 súlyponti területre koncentrálódtak, amikor a kormány-szinten elfogadott, *„Az Alumíniumipar Kutatási-Fejlesztési Célprogramja"* is kiemel.

Az alumínium a könnyűszerkezetes építési célprogram realizálásának elősegítője

A *Központ* munkásságának már 1962 — tehát megalakulása óta — egyik fő területe volt az építőiparban az alumínium felhasználásának népszerűsítése és elterjesztése. Ennek érdekében első lépésben a tervezőintézetek és a kivitelezők számára számos mérnöktovábbképző előadást és céltanfolyamot rendezett, majd az Alumíniumipari Tervező Vállalatnál elősegítette az épületszerkezeti és tervezési osztály munkájának kiszélesítését és megkezdte az osztály által tervezett alumínium szerkezetek prototípusainak kiviteleztetését. Az együtt működés főbb eredményeként kiemelhetők a hullámlemezből készült önhordó, íves alumínium tetőszerkezetek 12—40 m fesztáv között. Ma már az országban számos ilyen létesítmény mu-

tatja az Alumíniumipari Tervező Intézet mérnökeinek helyes kezdeményezését. Ezt biztosítja a BNV két 40 m-es kiállítási csarnoka, a 100000 m²-es nagyságrendben elkészült ipari csarnokok, valamint a mezőgazdaságban használatos hűtőházak és állattartási épületek számos példánya *(2., 3. és 4. ábra)*.

2. ábra. 12 m fesztávú dongásított önhordó tetőszerkezet alumíniumból (Tervezte: Aluterv)



3. ábra. 40 m fesztávú alumíniumcsarnok (Tervezte: Aluterv)

4. ábra. 6000 férőhelyes sertéshizlalda- és nevelő, acélvázra szerelt alumínium szendvicspanel burkolással

Az építőipari alumíniumfelhasználásra új lehetőségek nyíltak 1970-től kezdődően, amikor a MAT *Alumínium Szerkezeti Üzemében* megindult a trapézhullámú lemezek gyártására alkalmas görgősor. Így a tervezőknek, valamint a kivitelezőknek különböző kiképzésű trapézhullámú lemezek álltak rendelkezésre (2—12 m közötti hosszban, 0,8—1 mm-es vastagságban 80—120 Ft/m²-es áron) könnyűszerkezetes építmények kivitelezésére. A *Központ* műszaki propagandatevékenysége nagyban hozzájárult ahhoz, hogy ezekből a trapézhullámú lemezekből poliuretános szendvicspanelek, külön szigetelésekkel ellátott szerelt falak, hőszigetelés nélküli csarnokszerkezetek épüljenek. Figyelembe véve a hazai nyersanyagbázisokat és ipari adottságainkat a rendelkezésre álló trapézhullámú alumínium lemezek alkotják a hazai könnyűszerkezetes építésű térelhatárolók legfőbb nyersanyagellátását, pótolva a korszerű minőségű horganyzott acélt, a hullámeternitet, sokszor helyettesítve számos szilikátipari építőanyagot fal-, illetve vakolat képzésekor.

Az alumíniumipari épületszerkezetek elterjedésére jellemző, hogy 1962-ben a hazai építőipar 1300 t fémet használt fel, 1971-ben pedig több mint 10 000 t alumíniumot igényelt. A helyes építőipari alumíniumfelhasználás természetesen megfelelő szerelvényeket, kötőelemeket és szakszerű szerelést is szükségessé tesz. A Központ tevékenységének egyik fő területe az ipar jelentkező igényeinek minél teljesebb kielégítése. Ennek érdekében megszervezte az *Inotai Alumíniumkohóban* az alumínium szegek, szegecsek, valamint alátétek gyártását. Az alumínium facsavarok, valamint metrikus csavarok gyártására kooperációt létesített a *Csavarárugyárral*. Gondoskodott, hogy a tető- és oldalfalburkolatok leerősítéséhez szükséges alumínium kötőelemek rendelkezésre álljanak. Mindezek árusítása vállalatok és magánosok felé a *Központ alumínium szaküzletében* folyik (Bp. VII., Majakovszkij u. 101.)

További főbb fejlesztési irányok:

— széles körben elterjeszteni az alumínium burkolatú szerelt falak felhasználását;

— kísérleteket folytatni az alumínium paneleknek használhatóságára lakóépületekben;

— gondoskodni az időtálló, esztétikai igényeket kielégítő, színezett felületű térelhatárolók gyártásáról.

Az alumínium és a járműipari célprogram

Az alumíniumfelhasználás egyik legrégebbi területe a közlekedési eszközök gyártása az alumínium által okozott súlymegtakarítás miatt. A járműipari célprogramon belül hazai viszonylatban újabb területként jelentkezett a terherautó-felépítmények korszerűsítése könnyűfémből az *Autókút*-tal és a teherautófuvarozókkal karöltve, együttműködve a a *Kiskunfélegyházi Gépgyárral*, a *Pestvidéki Gépgyárral* és a *Kecskeméti Fémipari Ktsz*-el. A fejlesztő munka során a *Központ* megkezdte a szokványos 3—5 tonnás teherautók könnyített kivitelű

felépítményeinek előállítását különleges alumínium profilokból. Szorgalmazta, megszervezte és finanszírozta újabb alumínium felépítmények prototípusainak elkészítését *(5. ábra)* Rendszeresen gyűjti és értékeli az új megoldásokkal szerzett tapasztalatokat. Az eddigiek szerint a ZIL 130-as kocsira szerelt alumínium plató az üzemeltetőnek üzemanyagmegtakarításban, a karbantartási költségek csökkenése következtében évente 5486, — Ft megtakarítást jelent megadott számú hasznos km terhelés esetén, figyelembe véve azt a tényt is, hogy az alumínium plató 52 000 — Ft-os költsége az eddigi fa kivitellel szemben lényegesen költségesebb. Új lehetőségeket nyit meg a Kiskunfélegyházi Gépgyár által kivitelezett 7 m^3-es hegesztett alumíniumszerkezetű billenő serleg készítése, amely első lépésként a mangánérc bányászat szállítási gondjait van hivatva csökkenteni. A hegesztett kivitelű könnyűfém serleg kedvező tapasztalatainak értékelése után kipróbálásra kerül egy 25 m^2-es szénszállító alumínium puttony is, szintén jól hegeszthető AlZnMg ötvözetből készülve. Az erős kéntartalmú magyar szenek szállítására az alumínium serlegek kísérleti példányai 1955—57 között a *Tatabányai Szénbányákban* egyszer már jól beváltak. Darabáruk szállítására készültek alumínium burkolatú zárt felépítményű tehergépkocsik *(6. ábra)*

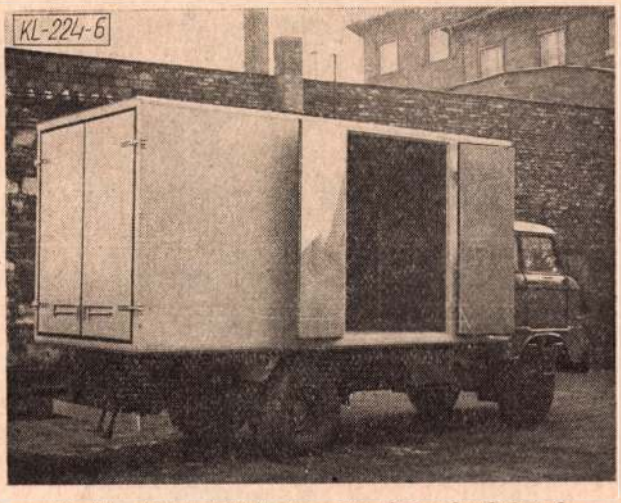
A közúti járműveken kívül a *Központ* szorgalmazta és a *Magyar Hajó- és Darugyár váci* gyáregysége sorozatban is gyártotta a tehervagonok alumínium ajtóit és ablakait. Az 1960-as évek közepén le nem zárt kísérletek folytak még tehervagonok időtálló lefedésére alumíniumból.

Csökkentett karbantartási igényű teherviselő alumínium szerkezetek a villamosipar korszerűsítésére

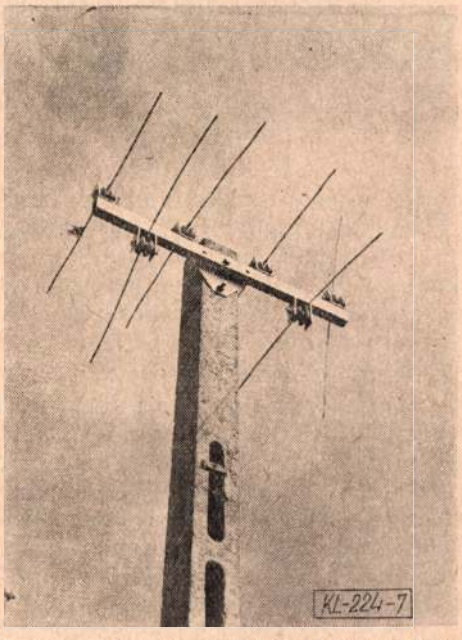
Villamosiparunk és alumíniumiparunk több évtizedes, szoros együttműködésének eredményeként a hazailag gyártott alumínium vezetékek (szabadvezetékek és földkábelek) világviszonylatban is elismert színvonalat értek el. Évi kb. 10 000 t nagyságrendű alumínium vezetékanyag exportunk figyelemreméltó. A villamosipar és az alumíniumipar együttműködésére újabb területen nyílt alkalom az utóbbi időben avval, hogy egyre inkább előtérbe került a karbantartási költségek csökkentése nemcsak az áramot vezető, hanem az áramot nem vezető teherviselő szerkezeteknél is. Az Alumínium Alkalmazástechnikai Központ szoros együttműködésben a *Magyar Villamos Művek Trösztt*el, a hálózatépítő vállalatokkal, a *Magyar Kábel Művekkel* és a VBKM-mel, elősegítette az alumínium szerkezeteknek felhasználását elsősorban a távvezeték építésénél. E téren már több mint 5 éves tapasztalatok állnak rendelkezésre közép és kisfeszültségű hálózatoknál alumíniumból készült távvezeték karok *(7. ábra)*; alumínium tokozású szabadtéri cellák *(8. ábra)*; szabadtéri transzformátor állomások; újabb idő- és korrózióálló szerelvények használatában. Ezek a tapasztalatok azt bizonyítják, hogy az alumínium felhasználásával a hálózatok karbantartási költségét lényegesen csökkenteni lehet, elviselhető (kb. 1—1,5%-os) beruházási költségek növelésével.

Még ennél is eredményesebbek a közvilágítási lámpaoszlopok és a közúti jelzőberendezések terén

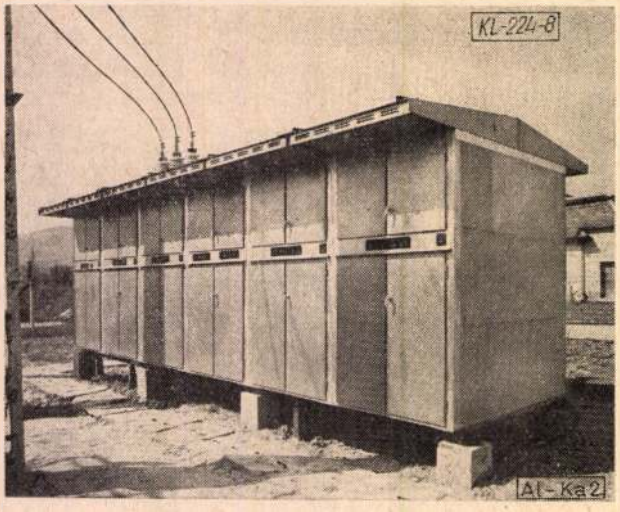
5. ábra. Tehergépkocsik alumínium padlóval és oldalfalakkal (Tervezte: Autókut)



6. ábra. Zárt felépítmény alumíniumburkolattal darabáruk szállítására



7. ábra. Alumíniumból készült távvezetékkarok



8. ábra. 20 kV-os sorozatú, alumínium tokozású, szabadtéri cellák (VERTESZ-gyártmány)

9. ábra. Alumínium lámpaoszlopok (Tervezte: Erőterv, kivitelezte: Székesfehérvári Könnyűfémmű Készáru Üzeme)

kifejtett fejlesztési munkák, amelyek eredményeként a Központ kezdeményezésére a Székesfehérvári Könnyűfémmű Készáru Üzeme ma már 4,5—8,5 m magasságú esztétikus, festést és karbantartást nem igénylő lámpaoszlopokat gyárt *(9. ábra)*. Mindezeknél a szerkezeteknél általános gazdasági irányvonalként elfogadható, hogy az a korrózióvédelmi munkák és a 25 éves karbantartási költségek — a beszerzési évre diszkontálva — az acélszerkezetek kg árát 5,5—7 Ft-tal növeli meg. Helyesen és alumíniumszerűen szerkeztett könnyűfém megoldások súlya a hagyományos acélszerkezetekének kb. 1/3-a. Ezek szerint az alumíniumszerkezetek 65—70 Ft/kg-os ára — figyelembe véve az acélszerkezetek állandó karbantartási igényeinek költségeit — a 14,5—16 Ft/kg-os, korrózióvédelemmel még el nem látott acélszerkezeti árral szemben már versenyképes. Egyes, különleges alumíniumszerű szerkezeteknél a súlyarány az alumíniumszerkezetekre még előnyösebb lehet.

Ezek a gazdasági megontolások figyelmen kívül hagyták még az acélszerkezetek karbantartásához szükséges munkaerőt, ami m^2-ként 1,2—1,5 munkaórára tehető. Így pl. az NSZK-ban a távvezeték hálózat egyszeri karbantartására 180 000 munkaóra szükséges.

A hazai fejlesztés további útjai a folyamatban levő kísérleti munkákból egyenesen adódnak, nevezetesen, folytatni kell a hálózatok teherviselő szerkezeteinek alumíniumszerű kiképzését annak érdekében, hogy az új alumínium szerkezetek ne csak karbantartást ne igényeljenek, hanem az acélszerkezethez viszonyítva lehetőleg a legkisebb beruházási költséggel legyenek telepíthetők.

A korszerű csomagolás és anyagmozgatás egyik alapanyaga: az alumínium

Egy évtizeddel ezelőtt csomagolási célokra *Magyarországon* alig használtak fel 500 t alumíniumfóliát és ezt is elég szegényes választékban. Ugyanakkor ismeretlenek voltak még az alumínium tubusok, fedők és dobozok az élelmiszeripari csomagoló iparban. A felhasználási területek az 1960-as évek második felében ugrásszerűen megnőttek, amihez a *Kőbányai Könnyűfémmű* termelési potenciáljának fejlődésén kívül hozzájárult az Alumínium Alkalmazástechnikai Központ fejlesztő és propaganda munkája is. Így bevezetésre került a ma már egyre szélesebb körben közkedveltté vált háztartási alumínium-fólia, valamint a golyómintás alumíniumfólia (ez utóbbi főleg dekoratív célokra). A *Konzerv- és Paprikaipari Kutatóintézettel*, valamint a *Konzervipari Trösztte*l és vállalataival szoros együttműködésben, hosszú évek eredményes kísérletei után üveges zlödborsó és egyéb főzelékfajtáknál az alumínium fedőlapka jó eredménnyel szorítja ki a hagyományos fehérbádogot. Az alumínum lapka fő előnye, hogy nem rozsdásodik és az élelmiszerek kéntartalmának hatására nem feketedik. Megkezdődött az élelmiszerek és italok kísérleti csomagolása is alumínium dobozokba *(10. ábra)*. A kísérleteknek új irányt szab részben az ötvözött, nagyobb szilárdságú alumínium lemezáru felhasználásának lehetősége, részben a külföldön már elterjedt falvékonyítási technológia, amelynek segítségével például az USA-ban az alumínium sörösdobozok súlyát 24 g-ról 9 g-ra sikerült csökkenteni.

Újabban az alumínium felhasználása az anyagmozgatásban ismét előtérbe került, részben a kis fajsúly, részben a korrózióellenállás miatt. Beigazolódott, hogy a könnyebb, de nem törékeny és karbantartást nem igénylő csomagoló, valamint anyagmozgató berendezések a szakterület korszerűsítéséhez nagyban hozzájárulnak. Ezt igazolták a *Központ* első ilyen irányú kísérleti darabjai: az 5 és az 1 m^3-es konténerek; újabban pedig a *Budapesti Köztisztasági Hivatallal* közösen kidolgozott 4 m^3-es szemétgyűjtő konténer *(11. ábra)*. Az *Anyagmozgatási és Csomagolási Intézettel*, valamint a *Belkereskedelmi Szállítási Vállalattal* és a *Volán Trösztel* megindított közös fejlesztő munkák hivatottak

10. ábra. Sörösdobozok alumíniumból

11. ábra. Szemétgyűjtő konténer alumíniumból (Budapesti Köztisztasági Hivatal — MATAK közös fejlesztése

arra, hogy alumíniumszerű konstrukciókkal a könnyűfémnek minél nagyobb területet lehessen biztosítani a csomagolás és anyagmozgatás terén.

A fejlődés perspektivái

Az alumínium-felhasználás fejlődésének trendjeit az „Alumíniumipar Fejlesztési Programja", a kutatások fő irányvonalait pedig az „Alumíniumipar Központi Kutatási-Fejlesztési Célprogramja" jelöli ki. Ebben az összefüggő fejlesztő munkában az *Alumínium Alkalmazástechnikai Központra* (MATAK) továbbra is azok a feladatok hárulnak, amelyek teljesítése szükséges a belföldi és külföldi piacokon egyaránt, versenyképes alumínium készáruk mennyiségének és választékának minél jelentősebb kiszélesítéséhez. Az alumíniumfogyasztás valószínűsíthető lehetőségeit 1975-re a legfontosabb iparágakban tájékoztató jelleggel az *1. táblázat* foglalja össze, viszonyítva azokat az 1962. és 1971. évi állapotokhoz. Ezeknek a célkitűzéseknek realizálására szükséges az alumíniumipar és az alumínium feldolgozóipar összehangolt közös fejlesztése és ezen belül a MATAK tevékenysége, hogy jelezni tudja a *Magyar Alumíniumipari Trösztnek* a felhasználók újabb igényeit; széles körben szorgalmazza az újabb alumínium felhasználások bevezetését Magyarországon; rendszeresen mérlegelje az alumínium felhasználásban elért műszaki-gazdasági eredményeket és így a mindennapi munka során állandóan korszerűsítse az alumínium-felhasználás fejlesztésére kidolgozott prognózisokat. Az *Alumínium Alkalmazástechnikai Központ* 10 éves munkájának eredményeit és a fejlesztés főbb célkitűzéseit szemléletesen fogja hirdetni az 1972. szeptember 22—október 2. között a BNV területén a 42. számú pavilonban megrendezésre kerülő *Alumínium Alkalmazástechnikai Kiállítás.*

Önporló Ca-aluminát salak gyártása vörösiszapból

HORVÁTH GYULA
okl. kohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

Dr. SZTRÓKAY KÁLMÁN
egyetemi tanár
Eötvös Lóránd Tudományegyetem

DK: 669.712.1: 661.862.2: 669.04

Önporló Ca-aluminát salak előállításának technológiáját kis Na_2O-tartalmú vörösiszapból a Szovjetunióban dolgozták ki. A szerzők ezen technológia alkalmazási lehetőségét vizsgálták laboratóriumban a nagy Na_2O-tartalmú magyar vörösiszapok feldolgozására. Megállapították, hogy önporló salakot a magyar vörösiszapból csak akkor lehet előállítani, ha előzetes kausztifikálással annak Na_2O-tartalmát 2—3%-ra csökkentik: a salakok jó kilúgozhatóságának pedig az a feltétele, hogy a salak mésztelítése minél jobban közelítse meg a 100%-ot. A kísérleteket röntgendiffrakciós és kristályoptikai fázisanalízissel egészítették ki.

Magyarország a timföldgyártáshoz szükséges marónátron nagy részét külföldről szerzi be. Ugyanígy külföldi vasércek feldolgozásán alapszik nyersvasgyártásunk is.

A vörösiszap komplex feldolgozásával, Na_2O-, Al_2O_3- és Fe_2O_3-tartalmának, valamint a végső iszapnak cementipari hasznosításával nemcsak a marónátron- és varsérc-import csökkentését érhetjük el, hanem a vörösiszapot, mint a környezetre káros szennyezőanyagot maradéktalanul eltüntetni is módunk nyílik.

A vörösiszap komplex hasznosításának egyik útját képezheti az önporló Ca-aluminát salak gyártása. Ez azonban a vörösiszap előzetes kausztifikálását feltételezi.

1. táblázat

Vörösiszapok összetétele és a kausztifikálás hatásfoka, %

Minta		Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	CaO	MgO	MnO	TiO_2	SO_3	Izz. v.	Kausztifikálási hatásfok,
Eredeti vörösiszap (1969. Almásfűzítő)		39,5	16,5	13,0	10,1	1,3	1,1	0,1	6,5	1,1	9,8	—
Kausztifikált vörösiszapok	1.	36,4	15,7	12,2	7,7	7,6	1,6	0,1	4,5	0,9	12,3	18,8
	2.	34,0	14,4	11,7	5,8	12,4	1,8	0,1	4,0	0,8	13,6	36,6
	3.	29,0	13,8	12,7	5,0	17,6	2,0	0,1	4,6	0,8	13,9	49,5
	4.	28,0	13,6	10,7	2,0	21,9	2,2	0,1	4,5	0,6	15,6	76,2

2. táblázat

A különböző mértékben kausztifikált vörösiszapokból képződő salakok összetétele, %

Minta		Fe	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	CaO	MgO	MnO	FiO_2	SO_3	Izz. v.
Salakok	1.	0,8	3,3	0,8	20,8	20,6	5,0	38,6	2,6	0,2	6,1	0,5	0,2
	2.	1,0	3,0	1,4	20,5	20,8	4,0	40,1	3,0	0,2	5,8	0,4	0,2
	3.	0,9	9,0	2,6	18,2	17,1	3,2	36,6	2,4	0,2	4,7	0,7	2,6
	4.	1,2	7,6	1,5	16,9	18,2	0,9	41,6	2,8	0,2	4,6	0,5	4,0

3. táblázat

Al_2O_3-kihozatalok* a salakok lúgzásakor, % és a salakok mésztelítése (M_t), %

Minta	Al_2O_3	M_t
1.	18,3	58,3
2.	15,6	64,5
3.	23,6	59,0
4.	55,6	67,8

* A kihozatalokat a szilárd anyagok elemzéséből számítottuk ki.

Az önporló salak előállításának technológiáját kis (2—3%) Na_2O-tartalmú vörösiszapokb óla Szovjetunióban dolgozták ki [1—3]. Több (6—7%) Na_2O-ot tartalmazó vörösiszap a kohósításnál nem lett önporló, mivel benne 2,2—2,5% Na_2O maradt még vissza [4].

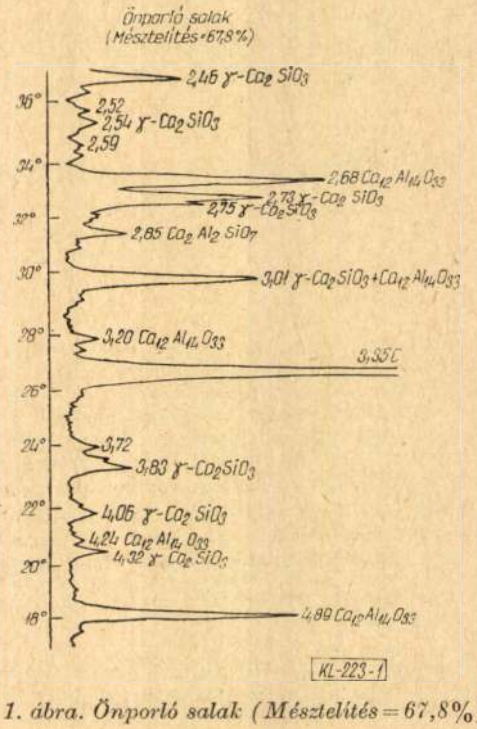
A szakirodalomból ismeretes [5—9], hogy a vörösiszapból Na_2O-tartalmának 80—85%-a mészszel végzett kausztifikálással kinyerhető. Így a sok nátriumoxidot (8—10%) tartalmazó magyar vörösiszapból is állíthatunk elő önporló salakot, ha előzőleg (legalább 70% hatásfokkal) kausztifikáljuk.

Laboratóriumi kísérleteinkhez ilyen nagy Na_2O-tartalmú, az *Almásfűzítői Timföldgyárból* származó vörösiszapot használtunk fel. Ezt az iszapot különböző mennyiségű mésszel kausztifikáltuk. A kiinduló és a kausztifikált iszapok összetételét az *1. táblázat* tünteti fel. Ugyancsak itt adtuk meg a kausztifikálási hatásfokokat is. A legtöbb meszet tartalmazó iszap (4. sz. minta) már kielégítő mértékben van kausztifikálva (η_k=76,2%) ahhoz, hogy belőle önporló Ca-aluminát salakot lehessen gyártani. A különböző mértékben kausztifikált iszapokhoz még meszet adtunk, és koksz jelenlétében *Tammann*-kemencében megolvasztottuk az elegyeket. Az önporló salak képződésének biztosítására meghatározott sebességgel hűtöttük le az anyagokat.

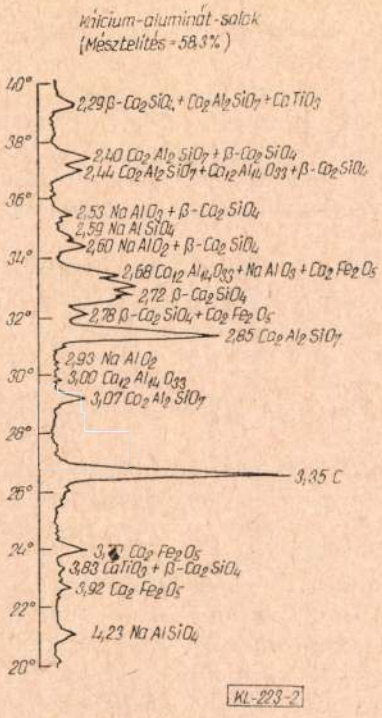
A salakok közül a 4. sz. önporló lett ugyan, de a standard körülmények között [10, 11] végzett lúgzással is csupán 55,6% Al_2O_3 volt belőle kinyerhető.

A salakok összetételét a *2. táblázat*, míg az Al_2O_3-kihozatalok értékét a *3. táblázat* tünteti fel.

Megállapítottuk, hogy még a legkedvezőbb tulajdonságú elegy (4. sz. minta) sem ad kielégítő eredményt, mert az önporlás ellenére is csak nagyon alacsony Al_2O_3-kihozatal jellemzi. Ennek okát a salakok fázisösszetételében kellett keresnünk, ezért röntgendiffraktométerrel és kristályoptikai vizsgálatokkal meghatároztuk a salakok fázis összetételét.



1. ábra. Önporló salak (Mésztelítés = 67,8%)



2. ábra. Kalcium-aluminát salak (Mésztelítés = 58,3%)

A röntgendiffrakciós vizsálataink során azt tapasztaltuk, hogy a kémiai összetétellel analóg módon a salakok fázisösszetétele is eltérő: Az *1. ábrán* a 4. sz. önporló salak fázisösszetételét láthatjuk. Mivel az $Na_2O < 1{,}0\%$-nál a salakban, Na-Al-szilikátok és Na-aluminátok nem mutathatók ki benne. A minta zömében γ-C_2S-ból és $C_{12}A_7$-ből áll, de gehlenit (C_2AS) is található benne.

A *2. ábrán* az 1. sz. salak fázisait mutatjuk be. Mivel a salakban még jelentős mennyiségű az Na_2O, elbomlatlan Na-Al-szilikát ($NaAlSiO_4$) és Na-aluminát ($NaAlO_2$) is található benne. A mintára azonban a gehlenit, Ca-aluminát ($C_{12}A_7$), β-C_2S és CT jelenléte a jellemző.

A 2. és 3. sz. salak hasonló képet mutat.

A salakokat az ELTE *Ásványtani Tanszékével* együttműködve *kristályoptikai módszerekkel* is tanulmányoztuk [12].

A vizsgálatok alapján a szálas-léces gehlenit a spinellel együtt már a 4. sz. mintában is megtalálható *(3. és 4. ábra)*, és mennyisége az Na_2O-tartalom növekedésével arányosan nő.

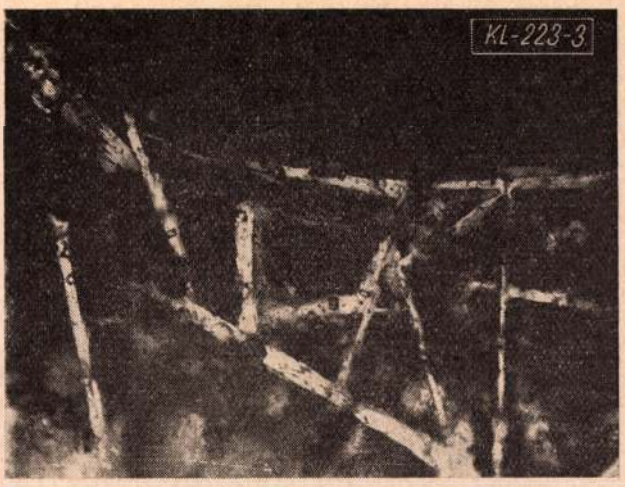
A Na-tartalom javarésze *carnegieitként* és *nefelinként* fordul elő. A kioldási üregek vízoldható *Na- és Ca-vegyületek* keletkezésére utalnak.

Meghatározható volt még a $C_{12}A_7$, *vollastonit* ($CaSiO_3$), *larnit* (β-Ca_2SiO_4) is. Jól definiálható jelei vannak a *kalcium-ferritoknek:* így a C_2F, ill. C_4AF és CF_2 fázisoknak.

Kevés magnetit és grafit is hozzátartozik még a fázisok együtteséhez (l. *5. és 6. ábra).*

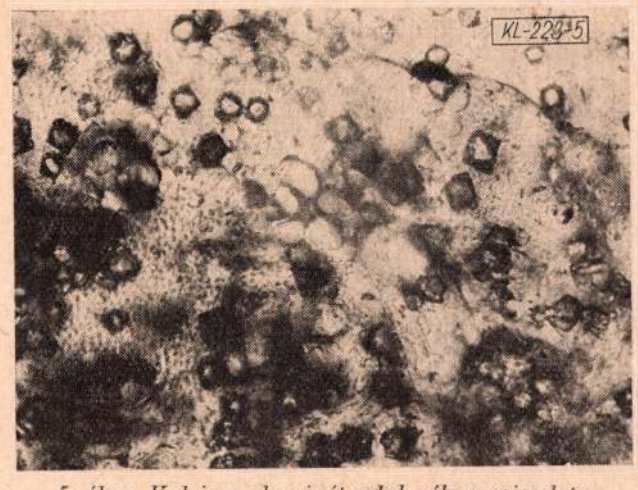
A kémiai- és fázisösszetétel vizsgálatok szerint a mész mennyisége nem volt elegendő a megfelelő salakösszetétel kialakulásához:

Csak részben képződhetett *Ca-aluminát,* s így a kevés mész miatt főként gehlenitet azonosíthatunk a salakokban. A mészhiányt fokozta még a a körülmény is, hogy a várt $CA(CaO \cdot Al_2O_3)$ össze-

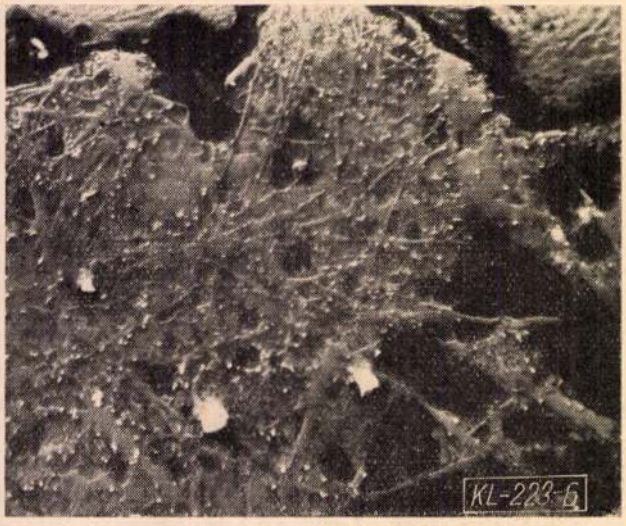


3. ábra. Kalcium-aluminát salak vékonycsiszolata Fémvasgömb (fent fekete) ívelt felületéhez odaillesztett gehlenitlécek folyamatos felszínné torlódtak A spinellkristálykák is jól kirajzolódnak. Nagyítás: 500×

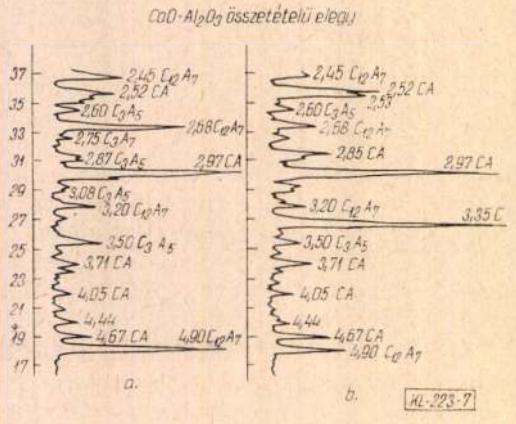
4. ábra. Kalcium-aluminát salak felületcsiszolata A salakanyag felszínének képe az alkalmazott (vizes) preparálás után. Egyes fázisok teljesen, mások részlegesen oldódtak. Az apró szürke pontocskák spinellkristályok, főként gehlenitlécekhez társulnak Nagyítás: 100×.



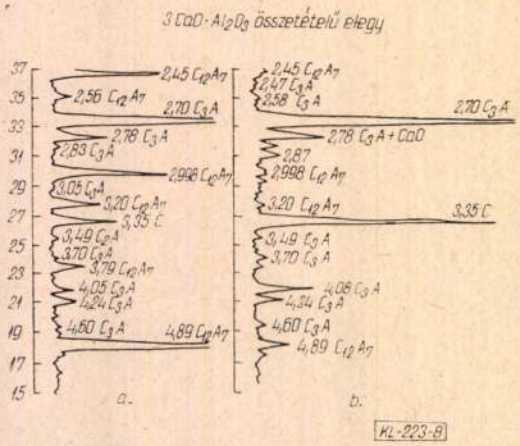
5. ábra. Kalcium-aluminát salak vékonycsiszolata β-dikalcium-szilikát (=larnit) egyik jellemző megjelenése ovális körvonalú egységek virágziromszerű (középtől kissé feljebb), vagy ívelt-karélyos illeszkedése (pl. a jobb felső sarokban) spinellkristályok közt a gehlenit-lapokban (pettyezett közeg). Olajimmerzió, nagyítás: 800×



6. ábra. Kalcium-aluminát salak felülcsiszolata. Nagy üregek és sugarasan összenőtt gehlenit (középen). A spinellkristályok és a bemélyedő (enyhén kioldott) fázisok itt is láthatók. Egyes világosabb szürke (félig opak) felületek: kalciumferrit (a kép jobb felső felén széles lemez és középen fent, a félkörös „öböl" alatt). A fehér, elmosódó szélű foltok: fémvas. Nagyítás: 120×



7. ábra. $CaO.Al_2O_3$ összetételű elegy



8. ábra. $3CaO.Al_2O_3$ összetételű elegy

tételű fázis helyett $C_{12}A_7$ ($12CaO \cdot 7 \cdot Al_2O_3$) képződött a salakokban. E vegyület kialakulásához ugyanis 1 mól Al_2O_3-ra vonatkoztatva 70%-kal több mész kell, mint a CA-hoz.

A Ca-aluminátok képződésének tanulmányozására mészből és timföldből olyan elegyeket készítettünk, melyekben a $CaO \cdot Al_2O_3$(CA), $3CaO \cdot Al_2O_3$(C_3A) és $12CaO \cdot 7Al_2O_3$($C_{12}A_7$) vegyületek képződésének megfelelő mennyiségű CaO és Al_2O_3 volt. Ezen elegyeket 1500 °C-ra hevítettük, majd 1—1 óráig hőntartottuk. Minden elegyből két-két mintát vettünk. Az egyiket („a") a hőmérséklet elérésekor, a másikat („b") az 1 órás hőntartás után. A mintákról röntgenfelvételeket készítettünk.

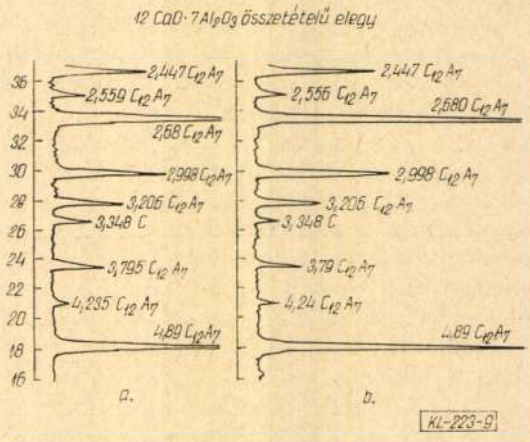
A 7. ábrán a CA képződését biztosító elegy két mintájának fázisösszetételét láthatjuk. Mindkét mintában C_3A_5, $C_{12}A_7$ és CA található. A hőntartás hatására a $C_{12}A_7$ és C_3A_5 rovására a CA-fázis mennyisége megnő.

A *8. ábrán* C_3A-vegyület keletkezését tanulmányozhatjuk.

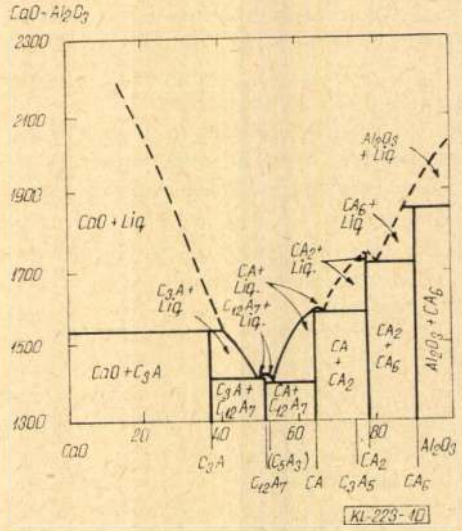
E mintákban is található $C_{12}A_7$ a C_3A mellett. A hőkezelés idejének meghosszabbítása a minta C_3A-tartalmát növeli, a $C_{12}A_7$ mennyisége pedig ugrásszerűen csökken.

A *9. ábrán* $C_{12}A_7$ keletkezését figyelhetjük meg. A $C_{12}A_7$-fázison kívül itt más vegyület nem képződik. A hőkezelés hatására az anyag kristályosabbá válik, a csúcsok hosszabbak lesznek.

A 7—9. ábrák alapján megállapíthatjuk, hogy akármilyen volt is az elegyösszetétel, $C_{12}A_7$ mindig képződött.



9. ábra. $12CaO.7Al_2O_3$ összetételű elegy



10. ábra. A $CaO-Al_2O_3$ rendszer állapot ábrája (13)

A 10. ábrán a $CaO—Al_2O_3$ rendszer állapotábráját mutatjuk be [13]. Látható, hogy az összes $CaO—Al_2O_3$-vegyület közül a $C_{12}A_7$-nek a legalacsonyabb az olvadáspontja, s így képződésének hőmérséklete is. Ennek következtében az olvasztások 1350—1380 °C-os hőmérséklete e vegyület kialakulásának kedvezett.

Így, noha önporló salakot tudtunk előállítani a kis Na_2O-tartalmú (2,0%) vörösiszapból, jól kilúgozható salakot nem kaptunk, mert a mész mennyisége valamennyi mintában kevés volt, ezt jelezte a gehlenit képződése is. A C_2S, $C_{12}A_7$, CT és C_2F képződésére számított mészmennyiséghez viszonyítva, valamennyi salakban tapasztalt mészhiányt a mésztelenítés (M_t)-fogalom bevezetésével fejezzük ki.*(3. táblázat)*.

M_t- a salak tényleges mésztartalmának a $C_2S + C_{12}A_7 + CT + C_2F$ fázisok keletkezéséhez szükséges mészmennyiséghez viszonyított aránya %-ban kifejezve.

A kívánatos salakösszetételt tehát akkor kapjuk, ha a CaO mennyiségét $C_{12}A_7$, C_2S, CT és C_2F (dikalcium-ferrit=2CaO Fe_2O_3) képződésére számítjuk ki és ebben az esetben alacsony hőmérsékleten (1300—1400 °C), rövid hőntartási idővel is dolgozhatunk; vagy ha $C_{12}A_7$ helyett CA képződésével számolunk, ekkor azonban magasabb hőmérsékleten (1550—1650 °C) vagy hosszú hőntartási idővel (több óra) kell dolgoznunk.

Az első utat követve a jól kausztifikált vörösiszaphoz (l. 1. táblázat 1. sz. minta) még annyi meszet adtunk, hogy az 1400 °C-os olvasztásnál $C_{12}A_7$, C_2S, CT és C_2F képződjék. A keletkező salakot lassan (2—6 °C) perc hűtve 84,4% önporlási fokot értünk el. (Az önporlás mértékét a 0,1 mmnél kisebb salakrészeknek az összes salaksúlyhoz viszonyított mennyiségével fejezzük ki %-ban.)

Meg kell jegyeznünk, hogy a Tammann-kemencében végzett olvasztásnál az anyagnak a tégely alján elhelyezkedő része kevesebb Na_2O-ot veszített, s ezért ez az anyag nem lett önporló. Ha az olvasztást nagyüzemi kemencében végezzük, ott a salak Na_2O-tartalma nagyobb mértékben távozik el, s az önporlás mértéke eléri a 90—95%-ot is. [6—8]

A salakot a *11. ábrán* látható fázisösszetétel jellemzi. Gehlenit már alig mutatható ki, a minta lényegében csak a kívánatos γ-C_2S, $C_{12}A_7$ és CT fázisokat tartalmazza.

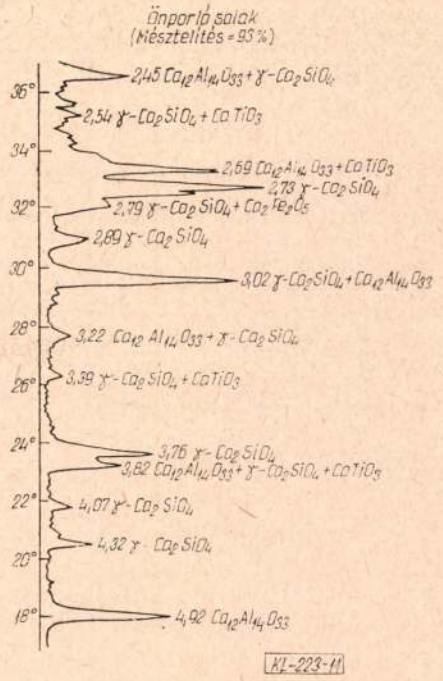
A Ca-aluminát salakokra kidolgozott szovjet lúgzási technológiák [10, 11] a magyar vörösiszapból készült salakokra közvetlenül nem alkalmazhatók, eltérő kémiai és fázisösszetételük miatt.

Így a lúgzásnál csupán 70%-os Al_2O_3-kihozatalt értünk el. Ez az érték azonban a magyar vörösiszapsalakok optimális lúgzási körülményeinek kidolgozásával még tovább növelhető.

A kísérletek alapján megállapíthatjuk, hogy:

a) Önporló Ca-aluminát salak csak kis (2—3%) Na_2O-tartalmú vörösiszapból képezhető, mert a salak 1,0%-nál nagyobb Na_2O-tartalma a β-C_2S-ot stabilizálja [3] az nem tud átalakulni γ-C_2S-tá, s így a salak nem lesz önporló (2. ábra).

b) A salakból kilúgozható Al_2O_3-mennyisége a gehlenit-tartalomtól függ. Ha ugyanis nincs megfelelő mennyiségű mész $C_{12}A_7$, C_2S, CT (és C_2F) képződésére, akkor elsősorban C_2S, CT (és C_2F) képződik, $C_{12}A_7$ pedig csak annyi, amennyi mész ehhez rendelkezésre áll. A CaO-val (és Na_2O-val) le nem kötött Al_2O_3 a C_2S-hoz csatlakozik, és gehlenitet képez. Minél több a mészhiány (a gehlenit) a salakban, annál kisebb mértékben lúgozható ki a salak. Ugyanakkor a gehlenittel ideális szilárdító állványzat alakul ki a salakban, s ez annak merev és szívós összetartást kölcsönöz, vagyis az önporlást csökkenti, ill. megakadályozza (3., 4. ábra).



11. ábra. Önporló salak (Mésztelítés = 93%)

c) Mivel a kalciumaluminátok képződése diffúzióval megy végbe [11], az elegyösszetételnek megfelelő fázisok képződését az időtartam és a hőmérséklet növelésével segíthetjük elő (7—9. ábra).

d) A gehlenit képződésének elkerülésére alacsonyabb hőmérsékleten, hogy mészhiány ne legyen, a $C_{12}A_7$ képződése miatt több meszet kell adagolnunk, mint magasabb hőmérsékleten, vagy hosszabb hőntartás esetében a CA képződésénél.

e) A laboratóriumi [14] és félüzemi [15] kísérletek során keletkező vastermékben kevés a C (1,80—2,0%), de sok a S (0,10—0,25%) és P (0,5—0,7%), így közvetlenül a vastermék nem használható fel, hanem csak ócskavasként adható el, vagy utókezelésre (felszenítés, kéntelenítés és foszfortalanítás) szorul.

Összefoglalás

Az önporló Ca-aluminát salak és nyersvas gyártásakor az előzetes kausztifikálás után elérhető, hogy a vörösiszap Na_2O-tartalmának 70%-a, Al_2O_3-tartalmának 80%-a, Fe_2O_3-tartalmának pedig 90%-a hasznosítható, s ugyanakkor a másodlagos szürkeiszap cementgyártási célokra használható fel.

Bár a technológia szerint jó kihozatalok érhetők el, s a vörösiszap Na_2O-, Al_2O_3- és Fe_2O_3-tartalmát is hasznosítjuk, mégis az eljárás magyarországi al-

kalmazását gátolja, hogy a szódalúgos oldat a *Bayer*-eljáráshoz csak nehezen illeszthető, a lúgot kovasavtalanítani kell, a külön kikeverés és karbonizálás pedig nagy költségkihatással bír.

IRODALOM

[1] *Bücsin, A. J. i Kudinov, B. Z.:* Cvet. Met. *36.* No. 2. 49—52. (1963).
[2] *Kudinon, B. Z.*, stb.: Cvet. Met. *40.* No. 5. 63—65. (1967)
[3] *Eremin, N. J.:* Paper Prestented at the II nd ICSOBA-Conference, Budapest, 1969. oct. 6—10.
[4] *Visnyovszky, L.:* Koh. L. *97.* 34—39. (1964.)
[5] *Solymár, K.* és társai: Fém. Kut. Int. Közl. VII. Bpest, 1964. 47—64.
[6] *Seimiya, S.:* Extractive Metallurgy of Aluminium, I. Interscience, New York. 1963. pp. 115.
[7] *Vörös, I.:* Proceedings of the Res. Inst. N^{on} Ferrous Metals, IX. 1971. pp 105—113.
[8] *Juhász, Á.* és társai: Koh. L. 98. 66—73. (1965) és 513—528. (1965).
[9] *Vydrevich, E. Z.:* Prikl. Khim., *35.* 1962. pp. 285, 2612.
[10] *Lejtejzen, M. G. és Potapova G. A.:* VAMI jelentés. Leningrád, 1964.
[11] *Panaszko, G. A.:* Kandidátusi értekezés, VAMI, Leningrád, 1967.
[12] *Dr. Sztrókay, K.:* Kutatási jelentés a bauxitok komplex feldolgozásával kapcsolatos kristályoptikai vizsgálatokról. Budapest, 1971. január 10.
[13] *Levin, E. M.* és társai: Phase diagrams for ceramists. Amer. Ceramic. Soc. 1964. pp. 102.
[14] *Horváth, Gy.:* Fémipari Kutató Int. Jelentés, Budapest, 1970. január 15.
[15] *Horváth, Gy.:* Fémipari Kutató Int. Jelentés, Budapest, 1972. április 7.

Az Imperial Smelting (IS)- eljárás jelenlegi helyzete*

SZEPESSY ANDRÁSNÉ
egyetemi tanársegéd
Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászattani Tanszék

LENGYEL ATTILA
kutatómérnök
Csepeli Fémmű

DK: 669.4/.5.046.5: 621.745.4

A szerzők a hazai cink- és ólomércek feldolgozására is számításba jöhető IS-eljárás fejlesztésének újabb eredményeiről számolnak be. A jelenlegi üzemelő IS-kohók adatai alapján ismertetik a fémtermelés növelésére irányuló törekvéseket, a kemence méreteiben és az ólom-cink elválasztó rendszerben bekövetkezett változásokat, tájékoztatnak a réztartalmú betétek feldolgozásának lehetőségeiről, valamint a technológia számítógépes irányításának megvalósításáról.

Az avonmouthi *Imperial Smelting Corp.* már kb. 40 éve tanulmányozza a cink aknáskemencében való előállításának problémáját.

A cink aknáskemencében való kohósításánál a betét cinkoxid tartalmából a cink csak úgy nyerhető ki jó hatásfokkal, ha a

$$ZnO + CO \rightleftharpoons Zn_{(g)} + CO_2$$

reakcióegyenlet szerint redukálódó cinkgőz visszaoxidálódását mind az aknáskemencében, mind a hozzá kapcsolódó kondenzátorban megakadályozzák.

A fenti reakcióegyenletnek a cink oxidációja irányában történő lejátszódása úgy kerülhető el, ha az elegy és a kemencéből távozó gázok hőmérséklete 900 °C-nál nagyobb.

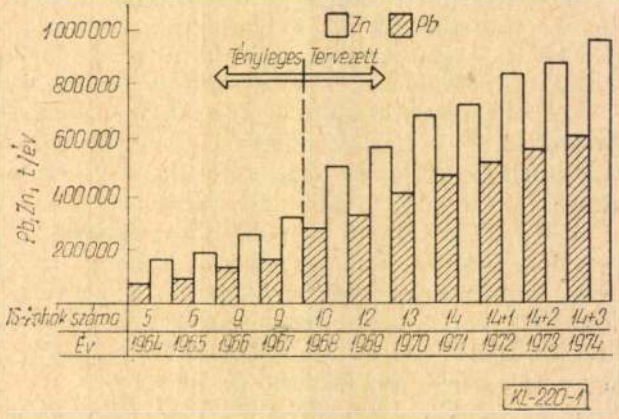
Az aknáskemencéből a cinkgőzt tartalmazó kemencegáz a kondenzátorba kerül, ahol folyékony ólomból nagy fordulatszámú keverőkkel porlasztott ólompermetet állítanak elő. A porlasztott ólom olyan gyorsan hűti le a gázt, hogy a cinkgőz oxidációjának veszélye minimális. A fém-alakban történő kondenzáció szempontjából az is előnyös, hogy a cink oldódik a hűtőközegben.

Az eljárás gyakorlati megvalósításával kapcsolatban az 50-es évek folyamán több szabadalmat jelentettek be. Az első kísérleti kemencét 1946-ban helyezték üzembe *Avonmouthban*, majd 1950-ben kezdett működni az első termelő aknáskemence, melynek évi cinktömb termelése 13 000 t, kohóólom termelése pedig 7500 t volt. Az azóta eltelt, viszonylag rövid idő alatt az IS-eljárás az egyéb ólom- és cinkkohósító eljárások teljes értékű, versenyképes partnerévé fejlődött és gyakorlatilag az egész világon elterjedt. 1970-ben a világ 13 országában összesen 15 IS-kohó üzemelt. Ezek az országok: Anglia (2), Wales, Ausztrália, Zambia, Franciaország, Német Szövetségi Köztársaság, Románia, Kanada, Japán (2), Lengyelország, Jugoszlávia, Olaszország és Kína. A felsorolás egyben az üzembehelyezés időrendi sorrendjét is jelenti.

Az *1. ábrából*, mely a világon IS-eljárással termelt ólom és cink mennyiségének változását mutatja az idő, illetve az üzemelő IS-kohók számának függvényében, látható, hogy a tényleges, ill. a tervezett termelés erősen emelkedő tendenciójú.

Morgan adatai szerint 1970-ben az IS-kohókban összesen 529 000 t cinket és 252 176 t ólmot állítottak elő, ami a világ cinktermelésének kb. 10%-át, ólomtermelésének pedig kb. 6%-át teszi ki [2].

A nagyobb fémtermelés a kohók számának növe-



1. ábra. Az IS-eljárással termelt ólom és cink mennyiségének alakulása [1]

* Az 1972. IV. 17—22-én megrendezett mérnöktovábbképző tanfolyamon elhangzott előadás anyagából.

kedése mellett a technológia intenzifikálásának és tökéletesítésének eredménye. Az IS-eljárás állandó fejlesztésével a kohók kapacitásának növelése mellett tovább bővítették a feldolgozható betétanyagok körét, növelték a kemence méreteit, tökéletesítették az ólom-cink elválasztó rendszert és megoldották a folyamat számítógépes irányítását.

A fémtermelés növelésének lehetőségei

A kemence teljesítménye elsősorban az időegység alatt elégetett karbon mennyiségének, a karbon égési sebességének a függvénye.

A karbon-égés sebessége a *2. ábrán* láthatóan progresszíven nő, 1960—69 között meghatszorozódott. Ugyanez az ábra a karbon égési sebességének a cink- és ólomtermelésre gyakorolt hatását is mutatja. A jelentős növekedés ellenére a karbon égési sebessége és a fémtermelés még nem érte el a lehetséges maximumot.

Az, hogy a karbon égési sebesség növelése milyen hatásfokkal növeli a fémtermelést, két tényezőtől függ. Az egyik a *karbonkihasználási tényező* (η_c), amely az olvasztás termikus hatásfokának mértéke:

$$\eta_c = \frac{\text{elégetett C, t/időegység}}{(0{,}936\ Zn_{(g)} + 0{,}2173\ \text{salak}),\ \text{t/időegység}} \cdot 100\,\%$$

Annál jobb a kemence termikus hatásfoka, minél kisebb az időegység alatt hőtermelésre fordított karbon mennyisége a cink redukciójához és elgőzölögtetéséhez, valamint a salak megolvasztásához szükséges karbonmennyiség időegységre eső részéhez képest.

A másik tényező az *eredő kondenzációs hatásfok:*

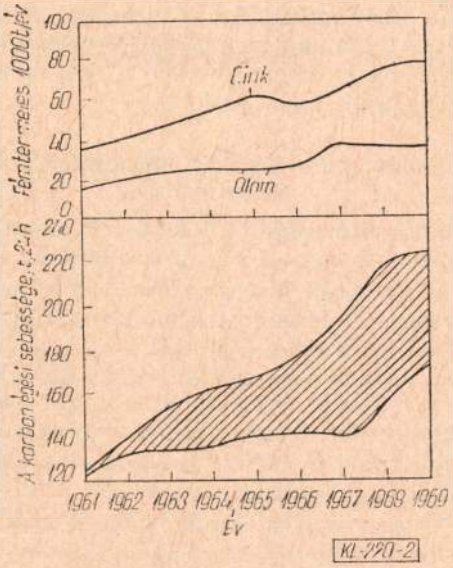
$$\eta_k = \frac{\text{leöntött cink}}{\text{illósított cink}}\,100 = \eta_{\text{kondenzátor}} \cdot \eta_{\text{elválasztás}}$$

Az η_k a kondenzátorban és az ólom-cink elválasztó rendszerben fellépő cinkveszteségeket figyelembe véve mutatja, hogy a kemence aknájában elpárologtatott cink hány %-a nyerhető ki cinktömb alakjában [4], [5].

A karbon égési sebesség növelésének lehetőségei:

— a levegő-előmelegítés fokozása,
— a fúvólevegő oxigénben való dúsítása,
— a fúvószél-mennyiség növelése.

A *fúvószél hőmérsékletének* 100 °C-kal való növelése az időegység alatt elégethető karbonmennyiség 2—3%-os és az elgőzölögtethető cink 3—4%-os növekedését okozza [6]. A levegő és a betét előmelegítésére a tisztított kemencegáazokat használják. Szükség esetén póttüzelésről is gondoskodnak (pl. Miasteczko, Copsa Mica) [1]. A fúvószél előmelegítésére korábban ötvözött acélból vagy más fémötvözetből készült rekuperátorokat használtak, melyekkel max. 700 °C-os levegőhőmérsékletet értek el [1] [7] [8]. A duisburgi üzemben vezették be elsőként a cowperes léghevítést. A duisburgi tapasztalatok alapján általánossá vált cowperrel a fúvószél hőmérsékletét 850—950 °C-ra sikerült növelni [4]. Például *Befu*ban a hőszükséglet 20%-át az előmelegített levegővel viszik be [7].



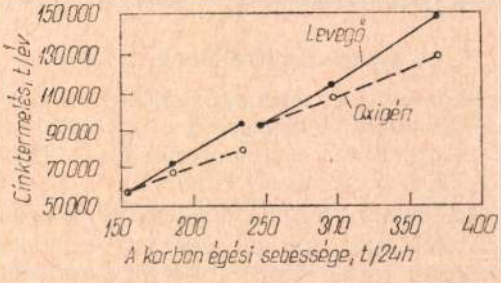
2. ábra. A karbonégés sebességének és a termelt ólom és cink mennyiségének változása [3]

A *levegő oxigéntartalmának dúsítása* az egységnyi térfogatú fúvószéllel elégethető karbon mennyiségének növelésével fokozza a termelést. Az *1. táblázat* adataiból megállapítható, hogy a levegő oxigéntartalmának 27 tf-%-ra való növelése 30%-os termelésnövekedéssel jár együtt. Az oxigénben való dúsítás kedvező hatása még az is, hogy javul a kondenzálási hatásfok és, az oxigéngyárat nem számítva, csökkennek a beruházási költségek.

Ennek ellenére az oxigéndúsítás hasznossága máig is vitatott kérdés, mert az említett előnyök mellett az oxigéndúsítás hatására csökken a termikus hatásfok, nő a hőveszteség, a a kemencegáz nagyobb cinktartalma miatt nagyobb mértékű a cink másodlagos oxidációja, nagyobb a tapadékképződés és a vas fémmé redukálódásának veszélye [3], [9], [10].

Az új IS-kohók létesítésénél a normális oxigéntartalommal elérhető karbon égési sebességre méretezik a kemencét (pl. avonmouthi 4. sz. kemence [11]), csak a már üzemelő kemencéknél használják ki az oxigéndúsítás termelésnövelő hatását (pl. Duisburgban 30 tf-% O_2-tartalmú fúvószéllel) [4].

A *fúvószél mennyiségének*, ill. nyomásának növelése metallurgiailag is és gazdaságilag is a termelés növelésének legkedvezőbb módja. A *2. táblázat-*



3. ábra. Az oxigéndúsítás és a levegőnyomás növelésének hatása a kemence teljesítményére [9]

1. táblázat

A levegő oxigénben való dúsításának hatása Swenseaban ([9], 4. t.)

A karbon égési sebessége t/24 h[1]	124,0	146,3	152,1	164,5
Oxigén a fúvószélben, %	21,0	24,3	25,1	27,0
Cinktermelés, t/24 h[1,2]	142,6	174,2	173,0	188,1
A kondenzálás hatásfoka, %	78,8	86,1	83,6	81,9
Hőveszteség a fúvókáknál és köpenynél, 10^{-6}kcal/h	1,426	1,846	1,818	2,203
A kemencegáz cinktartalma, %	7,0	7,8	8,0	8,3
A kemencegáz CO_2-tartalma, %	12,3	13,2	13,4	13,4
kemencegáz CO-tartalma, %	20,7	24,9	25,1	27,1

[1] Teljes fúvószélmennyiségre vonatkoztatva
[2] G.O.B. minőségű (98,5% Zn-tartalmú) cink

2. táblázat

A fúvószélmennyiség növelésének hatása a 17,2 m²-es IS-kemence üzemére [9]

A karbon égési sebessége, t/24 h	155	186	232
Fúvószél térfogata, m³/h	28 100	33 700	42 100
Karbon-kihasználás, %	72,5	70,8	68,7
Cinktömb (98,5% Zn), t/év	57 542	71 574	93 418
Netto ólom[1] a kohóólomban, t/év	28 544	35 496	46 315
Kondenzálási és elválasztási hatásfok, %	87,55	88,65	89,76
Relatív befektetett tőke[2]	100	112	129
Relatív olvasztási költség/t Zn[3]	100	89,2	81,8
Relatív olvasztási haszon/befektetett tőke egysége[3]	100	131	169

[1] (A kemencéből lecsapolt ólom) — (a kondenzátorba visszaadott ólom)
[2] A befektett tőke, benne van az üzemelési költség is
[3] Olvasztási költségek és a számított haszon a leírás előtt, az elegyre és az adóra vonatkoztatva.

ból látható, hogy a 20,8% O_2-tartalmú, 850 °C-os fúvószél mennyiségének kb. 50%-os növelése, a termikus és kondenzációs hatásfok egyidejű javulása mellett, kb. 60%-kal növeli mind a cink —, mind az ólomtermelést. A fúvószél nyomásnövelésének káros hatása, hogy — a gázban az ülepedési feltételek romlása miatt — szennyezettebb lesz a cink, valamint nagyobbak az elegy fizikai tulajdonságaival szembeni követelmények.

A fúvószélnyomás növelésének a kemence méretei és a maximálisan megengedhető gázáramlási sebességek szabnak határt [3], [4], [9].

Adott karbon égési sebesség mellett a levegő nyomásának növelésével nagyobb cinktermelés érhető el, mint oxigéndúsítással *(3. ábra)*.

A kemence méreteinek növelése

Az aknaszelvény területének növelésével nő a kemence olvasztási teljesítménye, ugyanakkor csökken az üzemeltetési és a fémtermelésre vonatkoztatott fajlagos beruházási költség.

A betét mennyiségének növelésével nő az időegység alatt elégetett karbon mennyisége. A nagyobb karbonégési sebességet a fúvószél mennyiségének vagy oxigén-tartalmának növelésével érik el. Azonos fúvószél-hőmérséklet és hőtechnikai hatásfok, valamint a salak azonos cinktartalma mellett, a 17,2 m²-es standard kemencéhez képest a 27,1 m² aknaszelvényű kemencében 60%-kal nő a karbonégés sebessége [9].

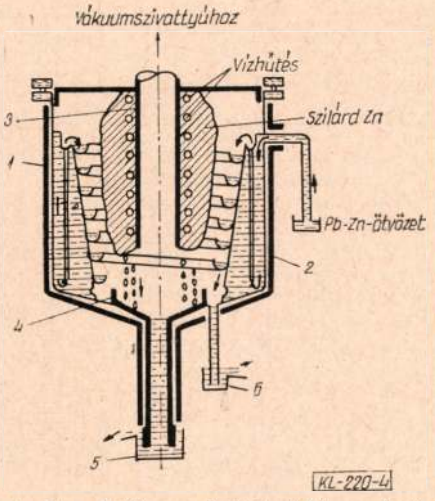
A még gazdaságosan üzemeltethető IS-kemence legkisebb méretét ma 17,2 m²-ben adják meg, amelyben évente 40—60 000 t cinket és 25—30 000 t ólmot lehet előállítani. A jelenleg legnagyobb 27,1 m²-es avonmouthi 4. számú kemence évi cinktermelése meghaladja a 100 000 t-t, évi ólomtermelése pedig több mint 50 000 t [7].

Az ólom cinktelenítése vákuumban való desztillálással

A hűtőcsatornákkal dolgozó IS-kemencéknél a kapott cink 1,0—1,2% ólmot tartalmaz, ezenkívül a csatornás hűtésnél jelentős hőmennyiség kárbavész. A folyamatos üzemű vákuumcinktelenítő berendezés megvalósítását az a felismerés ösztönözte, hogy a kondenzátorból távozó kb. 2,5% cinket tartalmazó ólom kb. 570 °C-ról 450 °C-ra való lehűlésekor felszabaduló hőmennyiség adott nagyságú vákuum mellett fedezi a cink elgőzölögtetésének hőszükségletét.

A *4. ábrán* vázolt szilikonból készült, acélköpennyel védett üstben (1) mechanikus és olajdiffúziós szivattyúval vákuumot létesítenek és a berendezést felmelegítik. Az ólmot közvetlenül a kondenzátor-

ból szivattyúzzák az üst belső palástján körbefutó spirális csatornába (2). Amíg az ólom a csatornában lefelé folyik, a cink elpárolog és a vízzel hűtött kondenzátoron (3) lecsapódik. Kezdetben a cink szilárd halmazállapotban válik le, adott cink-rétegvastagság elérése után, a kisebb hűtőhatás miatt, a cink folyékony állapotban kondenzálódik. A folyékony cink a kondenzátor alatt elhelyezett tányérba csepeg (4), az (5) tartályból vezetik el és tömbökbe öntik, az ólmot a (6) tartályból visszaszivattyúzzák a kondenzátorba.



4. ábra. Vákuumcinktelenítő berendezés [1]

A hűtőcsatornás rendszerhez képest a kapott cink lényegesen tisztább (Pb=0,03—0,06%), az ólom gyakorlatilag teljes cinktelenítése következtében pedig javul a kondenzálás hatásfoka, illetve kevesebb ólmot kell körforgásban tartani a kondenzátor és az ólom és cink elválasztását szolgáló berendezés között.

A vákuumban való cinktelenítés költsége nem nagy. A főköltség a beruházás, mivel külön fűtőanyag nem kell és a munkaerőszükséget is kicsiny [12].

Nagy réztartalmú betétek feldolgozása

A nagy réztartalmú betétek feldolgozása és a réz IS-kemencében történő kinyerésének lehetősége az avonmouthi kísérletek és a Copsa Mica-i üzem tapasztalatai alapján értékelhető. A probléma sikeres megoldása tovább növelte az IS-eljárás egyik főelőnyét, a betét összetételével szembeni rugalmasságát.

A nagy réztartalmú betétekben a Cu/Pb — arány az egyébként szokásos 0,05 körüli értékkel szemben 0,7—0,8. A nagyobb réztartalom a zsugorítást nem zavarja, az aknáskemencében lejátszódó folyamatok szempontjából pedig adott esetekben kifejezetten hasznos.

A szokásos kis kén- és arzéntartalmú elegynél a réz az ólom és a salak között oszlik meg.

Nagy réztartalmú betétnél az ólom réztartalma 8—10%, de kísérleteztek kb. 20% réztartalmú ólom kinyerésével is. Az előmedencéből eltávolított ólmot üstben rézetelenítik, ahol a nagy réztartalmú ólom lehűlésekor a réz sok ólmot tartalmazó rezesfelzék alakjában válik ki.

Annak megakadályozására, hogy a rezes-felzék ne az előmedencében váljék ki, az ólom csapolási hőmérsékletének a réz olvadáspontja fölött kell lennie. Avonmouthban a nagy réztartalmú betétek feldolgozásánál fenékcsapolású előmedencére tértek át *(5. ábra)*, hogy a fém lehűlésekor kiváló felzék ne okozzon gondot.

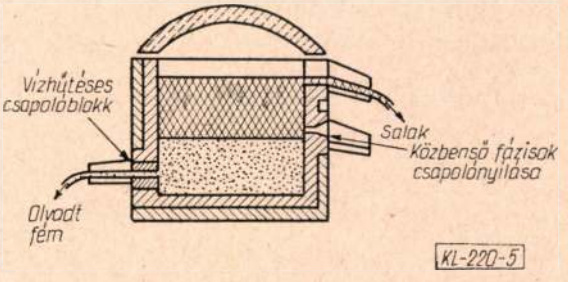
A rezes-felzék eleinte 25—35% rezet tartalmazott, később különböző pótlék (fűrészpor, szurok, kátrány) adásával sikerült a mechanikusan tapadt ólom mennyiségét csökkenteni, és ezzel a felzék réztartalmát 35—40%-ra növelni. A felzéket általában kénező pótlék (pirit, ólomszulfid, nátriumszulfid stb.) jelenlétében kéneskőre olvasztják, és azt a szokásos módon dolgozzák fel rézre.

A felzék leszedése után az ólom összetétele a más eljárásokkal előállított kohóólomához hasonló és hagyományos raffináláshoz adják. Ennek során a még benne maradt kevés rezet kénező olvasztással távolítják el.

Az IS-kemence salakjába kerülő réz mennyisége a betét Cu/Pb arányától, a salak FeO-tartalmától, de főleg a betét kéntartalmától függ [15].

Nagy réztartalmú (S > 2%) elegynél a réz jelenléte kifejezetten hasznos, mert a kenet a kemencetér aljához szállítja és ezzel a tapadvány képződést megakadályozza. A keletkező kéneskő nagyrészt a salakban oldódik, ill. diszpergálódik, ahonnan esetleg flotálással kinyerhető. Az önálló fázisként keletkező kénseskőnek csak 9—12% a réz- és nagy a cink-tartalma, ezért megjelenését lehetőleg el kell kerülni. Ezért célszerűbb a rezet az ólomban összegyűjteni, mint kéneskő előállítására törekedni [3].

Nagy réztartalmú elegynél a réz egy része a fémeskő fázisba kerül. Bár a fémeskő feldolgozása még nincs megoldva, As-tartalmú ércek kohósításánál a kondenzálódott cink kis As- és Sn-tartalmának biztosítására az aknában olyan redukáló atmoszférának kell lennie, hogy az 5—7% rezet és 50—75% vasat tartalmazó fémeskő önálló fázisként jelenjen meg [3].



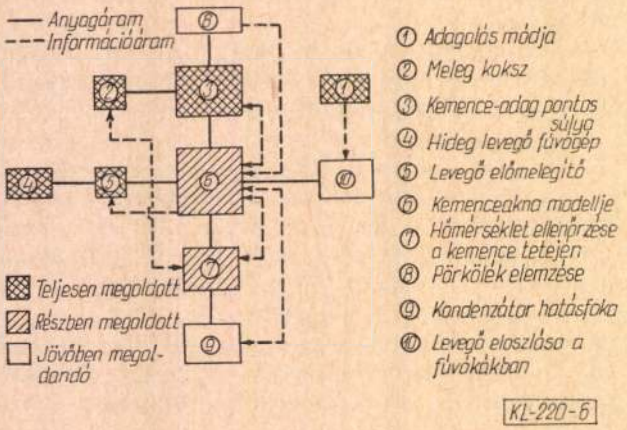
5. ábra. Fenékcsapolású előmedence [15]

Az IS-technológia automatizálása és számítógépes irányítása

Az IS-technológia jellegéből adódóan már az első kemencék is jól műszerezettek és részben automatizáltak voltak. A duisburgi üzemben a kohó tervezésénél a várható kapacitást már elektronikus számítógéppel számították, a nyersanyagok elemzési adatai és a már üzemelő IS-kohók rendelkezésre álló paraméterei alapján. Ebben az üzemben a kemenceadagolás automatikus, teljesen tranzisz-

torizált programvezérlése és a cowperek automatizált regeneratív léghevítése nagyban hozzájárult az eljárás intenzifikálásához és a jó mutatók eléréséhez [4].

A 27,1 m²-es avonmouthi 4. számú kemencét *Elliot Arch 2000-típusú* számítógép vezérli a zsugorító és adagelőkészítő üzemrésszel együtt. Bár a számítógép 200-nál több, folyamatosan betáplált adat alapján, 80 ponton végzi el a szükséges korrekciót [11], az IS-kemence irányításának blokksémáját bemutató *6. ábra* szerint még nem minden feladat megoldott. A jövő célja, hogy a fúvószél mennyiségét fúvókánként, a távozó kemencegáz összetételét, illetve a kondenzátor hatásfokát is szabályozzák [17]. Az automatizálási lehetőségek kihasználása nagyban befolyásolja az üzemi költségeket, a számítógépes vezérlés 10—15%-kal növeli a hasznot.



6. ábra. Az IS-kemence számítógépes irányításának blokksémája [17]

Jelenleg a komplex ólom-cinkkoncentrátumok *gazdaságos kohósításának egyetlen módja* az IS-eljárás. *Gyenge minőségű cinkkoncentrátumok* feldolgozásánál kisebb az IS-eljárással termelt cink önköltsége az elektrolitcinkénél, *jó minőségű cinkkoncentrátumok* feldolgozásénál az elektrolízishez viszonyított gazdaságosságát a mindenkori villamosenergia- és koksz- ár határozza meg.

Ezenkívül a *betétből jó hatásfokkal*, gazdaságosan kinyerhető az *arany*, *ezüst*, és bizonyos határig a *réz* is. Az ólom az aknáskemencéhez viszonyítva 15—20%-os költséggel állítható elő.

IRODALOM

[1] The ISP-blast furnace production of zinc and lead ZK 180/3M/7.68.

[2] *Morgan, S. W. K.—Woods, S. E.:* Metallurgical Reviews. 1971. nov. 161—174. o.

[3] *Temple, D. A.—John, G. O.:* The Can. Min. and Met. 1971. febr. 58—66. o.

[4] *Massion, W.—Adami, A.—Macek H.:* ISF plant and operation at Berzelius Smelter, Duisburg. AIME előadás előzetes szövege. Annual Meeting of the AIME New York 1968. febr. 28.

[5] *Adami, A.—Maczek, H.—Massion, W.:* Erzmetall 1969. H. 5. 207—214. o.

[6] *Woods, S. E.—Temple, D.A.:* The present status of the Imperial Smelting Process. Paper presented commonwealth... Queenaland, Australia, 1965. márc.

[7] Technological Developments in Lead and Zinc Production and their Significance to Developing Countries. Report of the Expert Group Meeting on Lead and Zinc 1970.

[8] *Morgan, S. W. K.:* Trans. IMM. 1956/57. 553—565. o.

[9] *Gray, P. M. J.—Woods, S. E.:* Production capacity of the Imperial Smelting Furnace. Ninth Commonwoalth Minning and Metallurgical Congress 1969. London, Paper 9. Mineral Processing, and Extractive Metallurgy Section.

[10] *Gray, P. M. J.—Woods, S. E.:* Mineral processing and Extractive Metallurgy, Inst. of. Min. and Met, London, 1970.

[11] World Mining 1968. 6. 32. o.

[12] *Morgan S. W. K.—Temple, D. A.:* Journal of Metals 1967. aug. 23—29. o.

[13] *Morgan, S. W. K.—Greenwood, D. A.:* Journal of Metals 1968. dec. 31—35. o.

[14] *Oprea, F.—Vacu, S.—Taloi, D.:* Freiberger Forschungshefte 1969. B 150. 89—96. o.

[15] *Bryzon, J. L.—Gray, P. M. J.:* Inst. of Min. Met. Trans. Sec. C. 1968. 739. 72—84. o., 1969. 748. 52—55. o., 1969. 754. 17 176. o.

[16] *Bella J.:* Kohászati Lapok. 1968. 8. 329—332. o.

[17] *Gray, P. M. J.—Lill, G. D.:* Mineral Processing and Extractive Metallurgy, Inst. of Min. and Met., London, 1970.

[18] *Lowe, E. J.:* Advances in Extractive Metallurgy 49—70. o. Inst. Min. Met. London, 1968.

Szabványosítási hírek

Alumínium

MSZ 7185—72 (Az MSZ 7185—69 helyett) *Alumínium és ötvözött alumínium. Vezetékhuzal előtermék*

A szabvány Al 99E minőségből sajtolással és öntvehengerüléssel, AlMgSiE minőségből sajtolással készült vezetékhuzalokra vonatkozik.

Változások a régi szabványhoz képest:

— kimaradt a hengerelt előtermék
— kismértékben javult az AlMgSiE huzal villamos vezetőképessége
— ritkult a méretválaszték és csökkentek egyes átmérők tűrései
— növekedett a tekercssúly.

Ötvözetek

MSZ 2678—72 (Az MSZ 2678—51 helyett) *Kis hőmérsékleten olvadó fémötvözetek*

A szabvány az elsősorban tűzrendészeti és egyéb biztonságtechnikai berendezésekhez használt 58 és 200 °C közötti olvadáspontú ötvözeteket tárgyalja. Az olvadáspont tűréstartománya ±5%.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. NOVEMBER HÓ 11

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel: 127-084, 318-926

TARTALOM

DR. VERŐ JÓZSEF: A vaskohászat okozta környezetszennyeződés helyzete és a megelőzésének műszaki és gazdasági lehetőségei 481
S. CERNOCH—F. KRÁL: Mélykemencék teljesítménynövelése dermedetlen magrészű betéttel . 487
DR. BARNA PÉTER—CSANÁDY ANDRÁSNÉ: A pásztázó elektronmikroszkóp és felhasználási területei a fémiparban 489
DR. KLAUS BARTELD: Gazdaságos csiszolatkészítés mikroszkópi vizsgálatokhoz 498
POCSAJI LÁSZLÓ: A megeresztés hatása az edzettacél tulajdonságaira 500
DR. F. KÖLBL: Korszerű keményfém, mint a teljesítmény növelés egyik tényezője .. 503
Egyesületi hírek 509
Műszaki és gazdasági hírek 512
Korszerű anyagvizsgáló berendezések 515
Szabványosítási hírek 515
Értesítés jubileumi kiadványról B3

FÉMKOHÁSZAT

HARRACH WALTER: Az alumíniumszulfátgyártás Magyarországon 516
SILLINGER NÁNDOR: Alumíniumelektrolizáló kádak optimális katódélettartamának meghatározása 518
DR. FUCHS ERIK—ROÓSZ ANDRÁS: A 4% Cu-tartalmú, öntött alumínium-réz-ötvözet és az Al—Cu ötvözetrendszer homogenizálódási diagramja 521
A Fémkohászattani Tanszék hírei 526
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 528

ÖNTÖDE

Levegőszennyezettség, porelhárítás az öntödékben, konferencia, Visegrád, 1972. június 1—2. 241
HORVÁTH LÁSZLÓ—REKETTYEY JOLÁN: A kupolókemencék okozta légszennyezés, és csökkentésének lehetőségei 243
DR. BALOGH ISTVÁN: Az üzemi porkoncentráció mérések eredményeinek értékelése a hazai öntödei munkahelyeken 250
KIMLE ELEMÉR—TÓTH GYULA—BOKOR FERENC: Ticonal 400-típusú mágnesanyag öntött szövetének vizsgálata 254
Az V. Jubileumi Diósgyőri Mintakészítő Napok 258
Az Öntödei Vállalat Helyi Csoportjának 1972. évi rendezvényei 259
CIATF munkabizottsági ülés 260
Könyvismertetések 261
Szabványosítási hírek 263
Külföldi hírek 263
Felhívás 264

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyéni előfizetés: 180,—Ft. Egyes példányok ára: 15,—Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293. Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
72. 17926 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM 105
ГОД
JAHRGANG
YEAR

SZÁM 11
№
Nr.
No.

NOVEMBER
НОЯБРЬ
NOVEMBER 1972
NOVEMBER

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Верё Йожеф: **Загрязнение атмосферы заводами черной металлургии, технические и экономические возможности предотвращения .. С 481**

Производство стали в мире составляет 600 миллионов тонн. Это влечет собой образование дыма на порядок больше.
Черная металлургия ВНР с 1960-ого года приблизительно на 35% уменьшила использование горючего и этим и образование дыма. С помощью капиталовложения 1 миллиард форинтов в следующих годах произойдет дальнейшее уменьшение загрязнения атмосферы страны.
Отечественная черная металлургия имеет развитое водное хозяйство, для черной металлургии требуется приблизительно 10% промышленной потребности воды, 57% этого количества является свежой водой. 80% используемой воды достаточно очищенной попадает в водохранилище. В следующем 15-летии с помощью 2,5 миллиарда форинтов дальше развивается водное хозяйство черной металлургии.

Ш. Кернох—Ф. Крал: **Увеличение мощности глубоких печей путем применения вставки с незастывшим ядром ..... С 487**

Автор сообщает о промышленных испытаниях, основанных на расчете. При проведении этих испытаний не полностью застывшие слитки с теплотой 220 ккал/кг были вставлены в глубокую печь. При этом брак не обнаружили, однако круговой цикл изложниц ускорился, а у глубоких печей удельный расход теплоты у меньшился.

Д-р Петер Барна—Чанади Андрашне: **Скенинг электронный микроскоп и область его применения ..... С 489**

Авторы сообщают об скенинг электронном микроскопе, как об одном варианте электронно-оптических исследовательских приборов. Исходя из физических основ исследования, авторы анализируют возможность приборов, применяемых в настоящее время и на примерах показывают область применения скенинг электронно микроскопа. Статья показывает ожидаемое развитие в области электронно-оптических приборов.

Д-р Клаус Бартелд: **Экономическая подготовка шлифа к микроскопическому исследованию . С 498**

Для непрерывного увеличения качества качественной стали требуется все более широкий и основательный контроль качества. Главным средством контроля является металлографическое исследование. Таким образом, контролируются зернистая структура после термической обработки, содержание шлаков, обезуглероживание на поверхности, отношение отдельных структурных составляющих и размер зерен. Для проведения перечисленных исследований требуется более 1000 шлифов. Такое количество шлифов экономично можно изготовить только путем автоматизации.

П. Почайи: **Влияние отпуска на свойства закаленной стали ..... С 500**

В статье показывается новый тип отпускной диаграммы с кардинатными осями lg i—1/t, для характеристики изменения твердости, происходящего при отпуске, и статья кратко знакомит с необходимой математической обработкой опытных данных для составления диаграммы.

Д-р Ф. Кёлбл: **Современные твердые металлы, как факторы увеличивающие мощность ..... С 503**

Твердый металл, как материал существенным образом благоприпятствовал оформлению настоящего уровня промышленного развития. Однако, приблизительно 45 лет тому назад появился на рынке твердый металл, на его строение и технологические свойства до сих пор не общеизвестные и часто его считают за сверхсталь. В статье делается попытка расширить наше знание со стороны легирования и производства, и ознакомления с зернистой структурой твердого металла. Автор ознакамливает и с теми вариационными возможностями, которые привели к той широкой структуре выбора твердых металлов, под которой подразумеваем в настоящее время понятие твердого металла и которая необходима многообразному применению его.

В. Харрах: **Производство сульфата алюминия в Венгрии ..... С 516**

Главной областью применения сульфата алюминия является бумажная промышленность, требующая особенно чистых химикатов. Самый простой способ создания его это производство из гидрата глинозема.
Однако существуют методы производства из более загрязненных сырых материалов. Мадяроварский завод глинозема и искусственного корунда для производства использует гидрат. Произведенное количество не удовлетворяет все возрастающий запрос, поэтому нам чено расширение завода.

Н. Шилингер: **Определение оптимальной долговечности катодов электролитических алюминиевых ванн ..... С 518**

В статье, автор с точки зрения расходов подходит к определению целесообразного времени выключения катода и для этой цели создает функцию себестоимости.

Д-р Э. Фукс—А. Роос: **Диаграмма гомогенизации Al—Cu литого сплава, содержащего 4% Cu и системы Al—Cu ..... С 521**

На основе металлографических, микрозондовых и дилатометрических измерений авторы показывают количественную правильность кинетического подхода, опубликованного ими в одной из предыдущих работ. Полученные результаты дают право на вычислительную разработку диаграмм гомогенизации данного сплава и даже данной системы сплава. Информацию вытекаемую из диаграмм можно применять при оптимализации заводских термических обработок и при введении новых промышленных компютеров.

INHALT

Dr. J. Verő: **Die Umweltverunreinigung durch die Eisenindustrie und ihre technische und wirtschaftliche Bekämpfung** ..... S 481

Die Stahlerzeugung der Welt beträgt 600 Mio Jahrestonnen, womit eine Rauchbildung verbunden ist, deren Menge die der Stahlerzeugung mit einer ganzen Grössenordnung übertrifft. Die ungarische Eisenindustrie hat seit 1960 ihren Heizstoffverbrauch um 35% vermindert, damit auch im gleichen Sinne die Rauchbildung. In den kommenden Jahren wird die Verunreinigung der Atmosphäre durch Investitionen in einer Summe von eine Milliard Forint vermindert. Die Wasserwirtschaft der Eisenindustrie ist ziemlich gut entwickelt und nimmt etwa 10% des gesammten Wasserverbrauches der Industrie in Anspruch, wovon das Frischwasser 57% beträgt. 80% der Abwässer werden ausreichend gereinigt. In den nächsten 15 Jahren werden 2,5 Milliarden Forint für den weiteren Ausbau der Wasserwirtschaft investiert.

S. Cernoch—F. Král: **Leistungssteigerung der Tieföfen durch halberstarrten Einsatz** ..... S 487

Mit Berechnung unterstützten Versuche wurde bewiesen, dass der Einsatz von Stahlblöcken mit einem Wärmeinhalt von 220 kcal/kg hat keinen Ausschuss verursacht, der Umlauf der Kokillen wurde beschleunigt und der spez. Wärmeverbrauch der Tieföfen hat sich vermindert.

Dr. P. Barna—Frau Á. Csanády: **Das Raster-Electronenmikroskop und seine Anwendung** ..... S 489

Beschreibung des streifenartig wirkenden (scanning) Elektronenmikroskopes. Die auf die physikalischen Grundlagen stützende Analyse der heute gebrauchten Instrumente und ihrer an Beispielen vorgezeigten Anwendungsmöglichkeiten. Die vermutliche Entwicklung der elektronenoptischen Geräte.

Dr. K. Barteld: **Die wirtschaftliche Anfertigung von Schliffen für die mikroskopische Untersuchung** S 498

In einem Edelstahlwerk erlangt die metallographische Prüfung der Erzeugnisse eine immer grössere Bedeutung. Auf diese Weise werden das Gefüge nach der Wärmebehandlung, die Schlakkeneinschlüsse, die Oberflächendekarbonisation, die Korngrösse und das Verhältnis der einzelnen Gefügebestandteile geprüft und kontrolliert. Die grosse Menge der Schliffe kann wirtschaftlich nur mit automatisierten Verfahren angefertigt werden.

L. Pocsaji: **Die Wirkung des Anlassens auf die Eigenschaften des geharteten Stahles** ..... S 500

Zur Kennzeichnung der Härteänderung beim Anlassen des gehärteten Stahles wird ein neues Diagramm mit den Achsen lgi—1/t vorgezeigt. Die Ergebnisse der zur Aufstellung des Diagrammes durchgeführten Versuche werden auch mathematisch bearbeitet.

Dr. F. Kölbl: **Zeitgemässe Hartmetalle als Faktoren der Leistungssteigerung** ..... S 503

Die Hartmetalle haben zur Entwicklung der Industrie viel beigetragen. Obwohl die Hartmetalle schon vor 45 Jahren am Markt erschienen, ihr Aufbau und ihre technischen Eigenschaften sind bis heute nicht allgemein bekannt. Gefügeaufbau, das Legieren und die Erzeugung von Hartmetallen. Die zur breiten Auswahl führenden Variationsmöglichkeiten der Hartmetalle erleichtern die Anpassung zu ihren vielseitigen Anwendung.

W. Harrach: **Die Aluminiumsulfaterzeugung in Ungarn** ..... S 516

Die Papierindustrie — das Hauptanwendungsgebiet für Aluminiumsulfat — erfordert ausserordentlich reine Chemikalien. Der einfachste Weg der Erzeugung geht von reinem Tonerdehydrat aus. Es gibt jedoch auch Verfahren zur Erzeugung aus weniger reinen Ausgangstoffen. Die Tonerde- und Kunstkorundfabrik in Magyaróvár verwendet Hydrat. Die erzeugte Menge kann den steigenden Bedarf nicht erfüllen, deshalb wird eine Erweiterung des Betriebes geplant.

N. Sillinger: **Bestimmung der optimalen Kathodendauer in Aluminiumelektrolysewannen** ..... S 518

Der Verfasser behandelt den zweckmässigen Zeitpunkt der Kathodenausschaltung aus dem Blickpunkt der Aufwendungen und liefert eine Selbstkosteo-Funktion zu diesem Zweck.

Dr. E. Fuchs—A. Roósz: **Das Homogenisierungsschaubild der Aluminium-Kupfer-Gusslegierung mit 4% Cu-Gehalt und des Al-Cu-Legierungssystems** ..... S 521

Die Verfasser beweisen die quantitative Richtigkeit ihrer in einer früheren Arbeit veröffentlichten kinetischen Behandlungsweise anhand von metallographischen, dilatometrischen und Mikrosonden-Messungen. Auf Grund der Ergebnisse lassen sich Homogenisierungs- (Auflösungs-) Diagramme für bestimmte Legierungen und sogar für bestimmte Legierungssysteme entwickeln. Der Informationsgehalt der Schaubilder kann in der Optimalisierung von industriellen Wärmebehandlungen und zur Einstellung von neuartigen industriellen Zweck-Computern eingesetzt werden.

CONTENTS

Dr. J. Verő: **The situation of environmental pollution due to ferrous metallurgy and the technical and economic possibilities of its prevention .... P 481**

The world steel production is of the order of 600 million tons per year and is accompanied by the formation of the tenfold amount of waste gas. Hungarian ferrous metallurgy has reduced its fuel consumption and therefore also its waste gas formation by about 35 pct since 1960. In the near future a further investment of one thousand million Ft will be expended on the reduction of air pollution in Hungary.
Hungarian ferrous metallurgy operates with a highly developed water management system, using about 10 pct of our industrial water demand. 80 pct of the utilized water is suitably cleaned before reaching the reservoirs. In the next 15 years 2.5 thousand million Ft will be expended on the further development of water management in metallurgical plants.

F. Cernoch—F. Kral: **Increasing the performance of soaking pits by charging blocks with unsolidified cores ..... P 487**

The authors present industrial tests supported by calculations; in the course of these tests the not completely solidified steel blocks were charged to the soaking pit with a heat content of 220 kcal per kg. No rejects were observed; the ingot mould cycling was accelerated and the specific heat consumption of the soaking pit was reduced.

Dr. P. Barna—Mrs. A. Csanády: **The scanning electron microscope and its field of application . P 489**

The authors describe the scanning electron microscope. They analyze the potentialities of the available equipment on the physical basis of the method and present some examples of application. The paper also sketches some probable developments in the field of electron optical equipment.

Dr. K. Barteld: **An economic way of preparing polished sections for microscopic testing ..... P 498**

The continuous improvement of the properties of products in a special steelwork requires a very thorough and manysided quality control. Metallographic testing is an important tool of control. It is used to control the heat structure, the slag content, the superficial decarbonization, the ratio of various structural elements and grain size. Automatic section preparation is the only way to produce the more than thousand sections per day economically.

L. Pocsaji: **The influence of tempering on the properties of hardened steel ..... P 500**

The paper presents a novel type of tempering diagram with the coordinates lg i—1/t to characterize the hardness variations occuring during the tempering of hardened steel. The mathematical treatment of experimental data necessary for compiling the diagram is briefly described.

Dr. F. Kölbl: **Modern carbides-factors of raising performance ..... P 503**

Carbides as structural materials have made substantial contributions to the achievement of the present level of industrial development. Although carbides appeared on the market nearly 45 years ago their composition and technological properties are still far from being generally understood sometimes they are regarded as a kind of super free-cutting steel. The paper provides data on alloying and production and on the micro-structure of carbides. The author also describes the possibilities of variation which have resulted in the wide assortment of carbides which are necessary for the various applications.

W. Harrach: **The production of aluminium sulphate in Hungary ..... P 516**

The paper industry — the main consumer of aluminium sulphate — demands extremely pure chemicals. The simplest process for preparing this substance is based on pure alumina hydrate. However, processes have been developed for using less pure starting materials. The Magyaróvár alumina and artificial corundum factory uses hydrate. The production is not sufficient to satisfy the increasing demand and therefore an extension of the plant has been planned.

N. Sillinger: **Determining the optimal catohde life in aluminium electrolyzing baths ..... P 518**

In this paper the authort reats the convenient date of shutting off the cathode from the point of view of expenditures and proposes a suitable self-cost function.

Dr. E. Fuchs—A. Roósz: **The homogenization diagram of the cast aluminium-copper alloy with 4 pct Cu content and of the Al-Cu alloy system ... P 521**

The authors prove the quantitative correctness of their kinetics treatment — which has been published in an earlier paper — by metallographic, dilatometric and electron micro-probe measurements. These results show that homogenization (dissolution) diagrams can be developed for specific alloys and also for specific alloy systems. The information content of the diagrams can be employed in optimalizing industrial heat treatment processes and in setting up novel type industrial computers for special purposes.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, LOMNICZY DEZSŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, BOROSSAY BÉLA, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOLLÁR SÁNDOR, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN, VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 11. szám 1972. november

A vaskohászat okozta környezetszennyeződés helyzete és a megelőzésének műszaki és gazdasági lehetőségei*

DR. VERŐ JÓZSEF
akadémikus, a Vasipari Kutató Intézet igazgatója

DK: 669.1 (439) : 614.71 : 628.53/54 : 167

A világ acéltermelése évi 600 millió t, ami egy nagyságrenddel nagyobb tömegű füst képződésével jár. A magyar vaskohászat 1960 óta kb. 35%-kal csökkentette a tüzelőanyag felhasználást és evvel a füstképződést is. A következő években az ország légterének szennyezését további 1 milliárd Ft értékű beruházással fogják csökkenteni.

A hazai vaskohászat vízgazdálkodása fejlett, az ipari vízszükségletünk kb. 10%-át veszi igénybe; ennek 57%-a frissvíz. A használt víznek 80%-a kellően tisztítva jut a befogadókba. A következő 15 évben a kohászati üzemek vízgazdálkodását még további 2,5 milliárd Ft-os beruházással fejlesztik.

I.

A környezet védelmével foglalkozó múlt évi tanácskozások sorában két nagy nemzetközi rendezvény a vaskohászatnak ilyen jellegű problémáit tárgyalta. Az egyiket augusztus végén az ENSZ EGB-a Leningrádban rendezte, a másikat októberben az International Iron and Steel Institute Torontóban. Mindkét tanácskozáson az előadók hosszú sora napokon át számolt be részben már elért eredményekről, részben még megoldásra váró feladatokról. A vaskohászatnak a környezetet szennyező tevékenységéről és annak csökkentéséről, megelőzéséről van tehát bőven mondanivaló, ezért természetes, hogy egyetlen előadásban a kérdést csak nagyon nagyvonalúan tárgyalhatom.

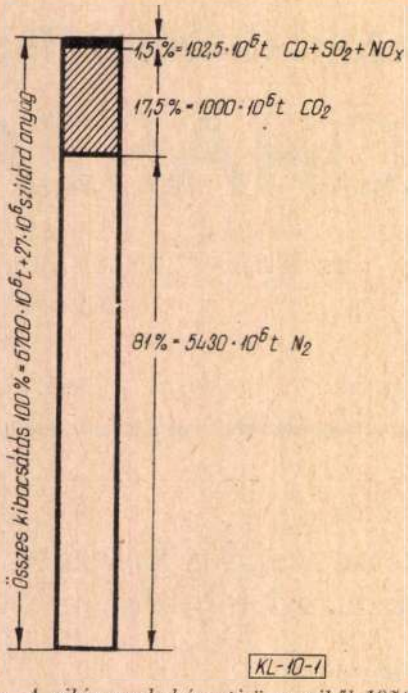
A vaskohászat a világ egész fémtermelésének 95 %-át szolgáltatja és ez 1970-ben kereken 600 millió tonna acél termelését jelentette. A termelésnek metallurgiai folyamatai nagy hőmérsékleten mennek végbe, sok hőenergiát kívánnak, a feldolgozás műveletei, a hengerlés, kovácsolás pedig mechanikai energiát is. Az energiaszükségletet úgyszólván teljesen valami tüzelőanyag — koksz, olaj, földgáz — elégetésével kell fedeznünk. A világ energiaforrásainak mintegy 20%-a vízi energia ugyan, ebből azonban a vaskohászat — a régebbi múlttól eltérően — alig használ valamit.

Jelenleg a vaskohászat nemcsak fejlődik, hanem elég gyökeres átalakulása is folyik. A meglevő acélgyártó kapacitásnak 40%-a a legutóbbi 15 évben létesült; ezekben a korszerű üzemekben egy t acélt 4 Gcal energia felhasználásával gyártanak, a termelt acél 60%-a pedig régebbi, kevésbé korszerű gyártó egységekben, 9—10 Gcal/t energia felhasználásával készül. Az átlagos energiaszükséglet valószínűen kevéssé különbözik 7 Gcal/t értéktől. A vaskohászat évi energiaszükséglete tehát $7 \cdot 600 \cdot 10^6 = 4{,}2 \cdot 10^9$ Gcal-ra becsülhető. Ennek az energiának mintegy 75%-át a metallurgiai fázis, a nyersvas- és acélgyártás igényli, 25%-át pedig a nyersacélt feldolgozó műveletek. Egy Gcal energia felszabadítása bármelyik tüzelőanyagból ~ 1200 $m^3 = 1{,}5$ t égéstermék, füstgáz képződésével jár. A világ vaskohászata évenként $\sim 5 \cdot 10^{12} m^3 = 5000$ km^3 térfogatú, $6—6{,}5 \cdot 10^9$ t súlyú füstgázt termel, egy nagyságrenddel többet, mint acélt *(1. ábra)*.

Ennek a hatalmas füstgáz tömegnek kereken 80 súly%-a nitrogén, 17,5—18%-a CO_2, a maradék 1,5—2% az igazán ártalmas CO, SO_2 és NO_x. A kéményeken át a szabadba távozó égéstermékek ezenkívül évi $25—30 \cdot 10^6$ t szilárd anyagot, port, pernyét, kormot visznek magukkal.

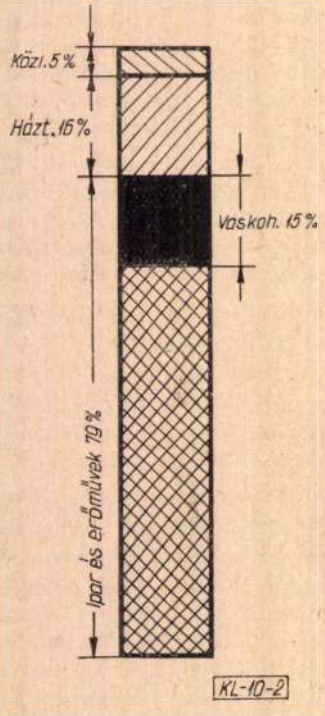
A vaskohászati eredetű égéstermékek mennyisége tekintélyes ugyan, mégis csak töredéke annak, amit más források bocsátanak a levegőbe. Az Egyesült Államokban a 60-as évek közepén a levegőt szennyező anyagok összes mennyisége évi $142 \cdot 10^6$ t volt; ennek 60 · 6%-át a motoros járművek, 16,2%-át az ipar, 14,1%-át pedig az erőművek bocsátották a levegőbe. Az ipar 16%-ában foglaltatik az ugyancsak fejlett vaskohászat emissziója is. Európában a vaskohászat részesedését a levegő szeny-

* Előadás a MTA Műszaki Tudományok Osztályának 1972. évi Közgyűlési tudományos ülésén. Budapest, 1972. május 10.



1. ábra. A világ vaskohászati üzemeiből 1970-ben a légtérbe jutott anyagok

nyezésében a következő adatok jellemzik. Az NSZK légterébe 1969-ben $5 \cdot 10^6$ t, Ausztriáéba $380 \cdot 10^3$ t SO_2 került; a két ország vaskohászatának füstgázaiban $0{,}7 \cdot 10^6$ t, ill. $60 \cdot 10^3$ t SO_2 lehetett, a teljes SO_2 mennyiségének 14—16%-a. Hasonló részesedés adódik Magyarországon is; 1969-ben összesen $180—185 \cdot 10^6$ Gcal fűtőértékű tüzelőanyagot égettünk el, ebből a vaskohászatunk $25—27 \cdot 10^6$ Gcal-t, 14—15%-ot vett igénybe és ilyen arányban vett részt a levegőnek SO_2-dal való szennyezésében is. Az ipar egyéb ágai, a lakások fűtése és a közlekedés együttvéve közel hétszer annyi égésterméket bocsátanak a levegőbe, mint a vaskohászat *(2. ábra)*.

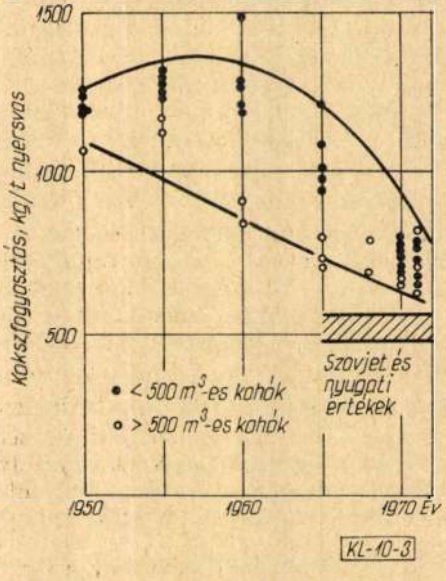


2. ábra. A levegőbe bocsátott SO_2 megoszlása az eredete szerint

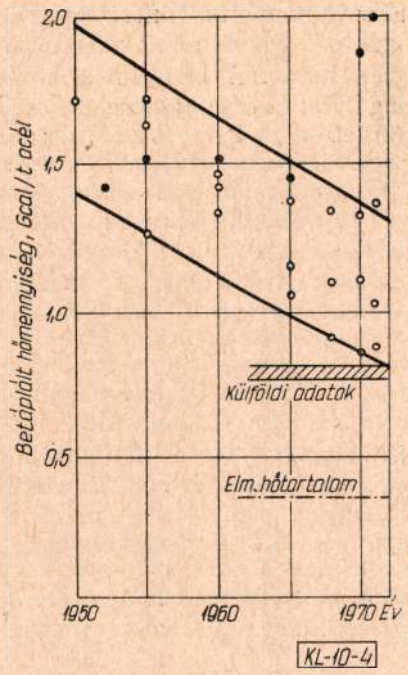
A vaskohászati eredetű égéstermékek mennyisége természetesen arányos a tüzelőanyag mennyiségével. Régi és a környezetvédelem aktuálissá válását jóval megelőzően érvényesülő törekvés a vaskohászati gyártó folyamatok energiaigényének, ill. tüzelőanyag fogyasztásának csökkentése. A gyártó folyamatoknak, főként az oxidos ércek redukálásának és az acél megolvasztásának elméleti energiaszükségletén természetesen nem változtathatunk, de sok lehetőség kínálkozik a gyártás hatásfokának javítására, a hőenergia minél teljesebb hasznosítására. Azok az új gyártó eljárások, amelyek a világ vaskohászatát az utóbbi 15 évben kezdik átalakítani, avval tűnnek ki, hogy jóval kevesebb energia felhasználásával termelnek egy t acélt. A fejlődéssel és átalakulással lépést tartó országokban a vaskohászat fajlagos energiaigénye az 1950. évi 9—10 Gcal/t-ról 1970-re kereken a felére csökkent; az emisszió evvel legalább arányosan szintén kisebb.

II.

Hazai vaskohászatunk a világon érvényesülő fejlődéssel, átalakulással nem minden tekintetben tartott, de nem is tarthatott lépést. A világ acéltermelésében a részesedésünk 0,5%, üzemeink, termelő egységeink kis méretűek, acélműveink pedig a következő két évtizedben kihalásra ítélt SM-eljárással dolgoznak. Vaskohászatunk fejlődését energiagazdálkodás szempontjából a *3.* és *4. ábrában* mutatom be. Nagyolvasztóinkban 1 t nyersvasat 1960-ban még átlag 1050—1100 kg, 1970-ben pedig még a kisebb méretű kohóinkban is 650—800 kg, vagyis 25—35%-kal kevesebb koksz felhasználásával gyártottunk; 1970—71-ben így már megközelítettük a hasonló méretű szovjet és egyéb külföldi kohók teljesítményét. A SM kemencéinkbe táplált hőenergia az 1960. évi 1,4 Gcal/t-ról 1970—71-ben átlagban 1 Gcal/t-ra, a legjobb kemencéinkben pedig 0,85—0,9 Gcal/t-ra, tehát szintén mint-



3. ábra. A hazai nyersvasgyártás koksz szükséglete 1950 óta



1. ábra. A hazai SM-kemencék hőszükséglete 1950—1971-ben

egy 30%-kal csökkent. SM-kemencéink hőfogyasztása evvel már megközelítette a külföldi hasonló kemencékét, bizonyos szempontból pedig még túl is szárnyalta azokat. A diósgyőri, az ózdi és a dunaújvárosi kemencék hulladékhőjét füstgázkazánokban hasznosítják; a kemencékbe táplált hőnek 35—40%át gőztermelésre használják fel, úgyhogy az acélgyártás hőfogyasztása alig 0,6 Gcal/t, ami világviszonylatban is nagyon jó eredmény.

A 3. és 4. ábra adatai alapján becsülhetjük az 1 t acéltermék előállításához szükséges összes energiát; ilyen adat ugyanis nem ismeretes. A [2] tanulmány szerzői 8—9 Gcal/t-ra becsülték. Valószínűen a kisebbik érték helyes; 1960-ban még 10,5—11 Gcal/t lehetett. Mérési eredmények híján a tüzelőanyag fogyasztás alapján lehet a magyar vaskohászati üzemekből a levegőbe jutó szennyező anyagok mennyiségét számítani és más országok adataival összehasonlítani. *Az 5. ábra* első oszlopa az ENSZ EGB 1970-ben kiadott [4] tanulmányából származó, $5 \cdot 10^6$ t-s üzem adatait, a második a SZU-ban újonnan létesülő, szintén több millió t-s üzem [5] szerinti emissziójának normáit, a következő két oszlop pedig a hazai üzemekből 1960. és 1970. évben kibocsátott káros anyagok mennyiségét jelenti, 1 t acélra vonatkoztatva. A SO_2 mennyisége valószínűen még kisebb, mint az utolsó oszlopban feltüntetett érték, mert 1965-ig a nagy kéntartalmú gázt szolgáltató generátorokat mindenütt leállították és áttértek a kamragáz, olaj, földgáz felhasználására. Hazai nagyobb üzemeink is nem egészen $1 \cdot 10^6$ t acélt termelnek; ezt figyelembe véve, a hazai vaskohászat a légterünket még fajlagosan is mérsékelten, a hasonló külföldi üzemekkel összehasonlítható mértékben szennyezi.

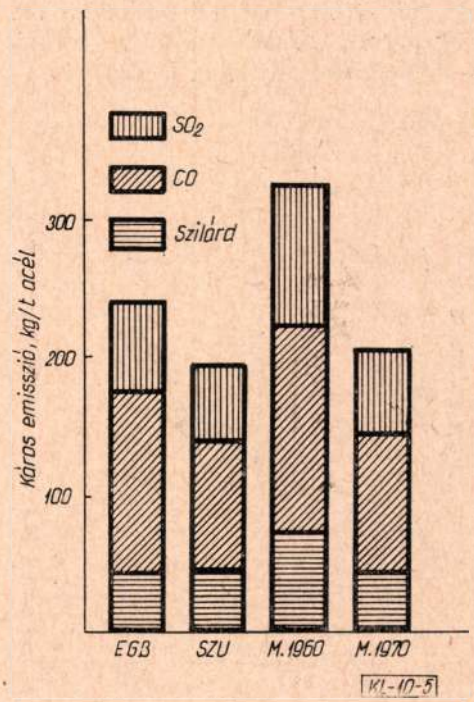
Abszolút mértékben a vaskohászatunk füsttermelése világviszonylatban természetesen jelentéktelen; a szennyező anyagok káros hatása azonban jórészt a kibocsátás helye közelében érvényesül, ezért azok további csökkentésére feltétlenül sor kerül, ha majd a Levegőtisztaság Védelmi Bizottság Intézkedési Tervében [1] felsorolt jogszabályok elkészültek és hatályba léptek. A teendőkről a következő áttekintést adhatom.

A füstgáztömeg zömét alkotó nitrogénnel nincs mit tenni, a másik nagy mennyiségű égésterméknek, a CO_2-nek valamilyen megkötése szintén nem jöhet szóba. A szabadba jutva, egy részét a flóra használja fel, más részét a vizek nyelik el, a maradéka pedig nyilván hozzájárul, hogy a légkör CO_2 koncentrációja évtizedenként 6—8 ppm-mel növekedjék.

A levegőben meg nem tűrhető anyagok közül por, főleg a poros érceket darabosító üzemből és a nagyolvasztóból jut a levegőbe, pernye pedig minden tüzelés füstgázában van. Az említett két üzemből távozó, legporosabb gázok 5—10 g/m³ szilárd anyagot visznek magukkal; ennek jelentős része vasérc, tehát érték. Ezért portalanító berendezésekben annak minél nagyobb részét leválasztani törekszenek.

Ahol a levegő tisztaságát védő rendelkezések már érvényben vannak, csak nem látható, m³-ként legfeljebb 100 mg szilárd anyagot tartalmazó füst bocsátható ki. Ez a legporosabb gázoknak 98—99,9%-os hatásfokkal való tisztítását kívánja; az ismert száraz, nedves és villamos gáztisztító berendezések erre meg is felelnek.

A CO tetemes része szintén az ércdarabosítókból és a nagyolvasztókból kerül a levegőbe. Az ércdarabosítók füstgázából a CO gazdaságosan nem távolítható el, elégetni CO_2-vé sem lehet. A legcélszerűbb megoldás az ércdarabosító üzem koncentrálása, kitelepítése az acélművekből. Hazánkban is leállítjuk az ózdi és diósgyőri kis teljesítményű darabosító üzemeket. A nagyolvasztóban 1 t nyersvasra számítva 3—4000 m³ 25—30% CO tar-



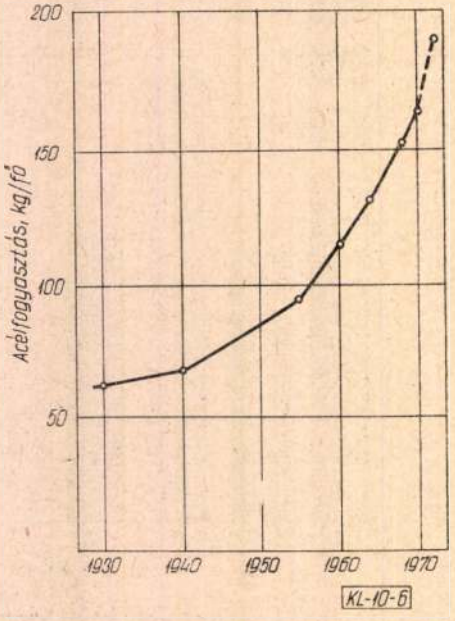
5. ábra. A hazai és külföldi vaskohászati üzemek káros emissziói

talmú, ~ 850 kcal fűtőértékű torokgáz képződik. Ezt portalanítás után fűtő-, ill. motorhajtó anyagként minden üzem hasznosítani törekszik. A torokgáznak 20—50 %-a azonban a torokzáron és a belső túlnyomás ellen biztosító szelepen át megszökik; a szabadba szokták engedni a fel nem használható torokgázt is (pl. hétvégi szünetben). — A levegőbe jutó CO mennyiséget csökkenteni lehet egyenletes kohójárattal, tökéletesebb és jól karbantartott torokzárral, az azonnal fel nem használható gáznak tartályban való gyűjtésével, továbbá a szabad levegőn való elégetésével, az úgynevezett fáklyázással.

A SO_2 minden tüzelés égéstermékében, rendszerint 0,1 térfogatszázalék körüli koncentrációban van jelen; az élő és élettelen világra egyaránt káros. A vaskohászat termelte nagy füsttömegben a SO_2 mennyisége — csekély koncentrációja ellenére — igen nagy, legalább $40 \cdot 10^6$ t, kénsavra átszámítva $60 \cdot 10^6$ t, a hazai kénsavtermelésnek több, mint százszorosa. A SO_2 eltávolítása a füstgázból csak jelentős költséggel oldható meg. Szovjet ércdarabosító üzem füstgázából a legolcsóbb módszerrel kinyert kénsav t-ja 42 Rbl-be kerül, az eladási ára azonban csak 26 Rbl [4]. Abban is kevéssé bízhatunk, hogy a vaskohászat a jövőben kisebb kéntartalmú tüzelőanyagot használhat.

A NO_x nagyon bonyolult, még nem megoldott kérdés; olyan füstgázban is van, amely egyébként tisztításra nem szorul (pl. hengerművi kemencéké). A NO_x a kohászati üzemek füstgázában két nagyságrenddel kisebb koncentrációjú, mint az SO_2 és ráadásul főleg az acélgyártó kemenék füstjében jelentkezik, amelyben a SO_2 is kevés. Ártalmatlanná tétele alig oldható meg másként, mint hogy elég magas kéményeken át bocsátjuk ki; így kellően felhígítva jut a föld felszíne közelébe és a kényes növényekben sem okoz kárt.

Röviden említem egyetlen kokszoló üzemünket, melynek évi ~ $800 \cdot 10^3$ t-s termelése óránként ~ 600 kg porral, CO-dal és kisebb mennyiségben még 7—8-féle káros anyaggal szennyezi a levegőt.



6. ábra. Az acélfogyasztás növekedése 1930 óta

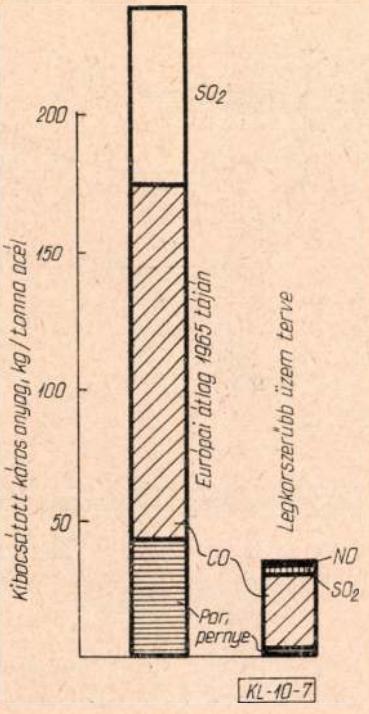
Vaskohászatunk már kialakított program szerint folytatja a levegő szennyezését csökkentő intézkedések végrehajtását. A program a következőket foglalja magában; az ózdi és diósgyőri ércdarabosítók megszüntetését, a BÉM és a DV ércdarabosítójában a porleválasztás javítását, az ózdi és diósgyőri nagyolvasztók gáztisztító üzemének bővítését, Ózdon egy második fáklyát a torokgáz elégetésére, 14 SM kemence és a régi kis elektrokemencék gázainak száraz tisztítását, a kokszolóműben a fenoltalanítást és a cianidok megkötését, az üzemi erőművek szénportüzelésének megszüntetését. A program megvalósításának költsége megközelítően 1 Md Ft; az acélgyártó üzemeket ennek a beruházási összegnek kamatterhein kívül még a füstgáztisztítás üzemköltsége is terhelni fogja, ami a beruházott összeg 10%-ára becsülhető évenként. Az acél önköltsége jelentősen nő, de így van ez az egész világon is. A legkorszerűbbnek mondható japán vaskohászat acélját 1970-ben 4,5 $/t költség terhelte a környezetvédelem révén, az eladási árnak megközelítően ugyanennyi százaléka.

III.

A jövőben előreláthatóan minden országban életbe fognak lépni a levegő tisztaságát védő rendszabályok. A vaskohászatnak, mint sok szennyező anyagot kibocsátó iparágnak a jövőjét ennek figyelembevételével kell megítélnünk. Egy pillantást kell csak vetnünk a *6. ábrára*, amely szerint a fejenkénti acélfogyasztás 40 év alatt, egyre gyorsabb ütemben, megháromszorozódott. Ha azt is hozzászámítjuk, hogy a világ népessége ugyancsak gyorsuló ütemben szaporodik előre látható, hogy az acéltermelésnek még jelentősen fokozódnia kell. Nem valószínű ugyanis, hogy bármiről lemondhatunk, ami jelenleg acélból készül. Becslések szerint a világ acéltermelése már 15—20 év múlva eléri az évi 1 Md tonnát. Vajon a levegő szennyezése is evvel arányos lesz-e? A jelenlegi termelő egységekből a levegőbe kerülő ártalmas anyagok kiszűrése, megkötése műszakilag meg van oldva, csak elég nagy áldozatokba kerül. Ezenkívül azonban a hagyományos berendezések és technológiák helyettesíthetők is lesznek olyanokkal, amelyek kevesebb égésterméket, ártalmas szennyező anyagot termelnek. A már folyamatban levő átalakulás éppen ilyen irányú; két évtizede olyan technológiák terjednek, amelyek 15—20 év múlva már teljesen kiszorítják a kb. 100 éve uralkodó gyártó eljárásokat. Olyan tervekkel is foglalkoznak, amelyek a levegő szennyezés fő forrásait, az érc darabosító üzemet és nagyolvasztót tennék nélkülözhetővé.

Ezek a gondolatok legfeljebb a kísérletezésig jutottak el, megvalósításuk másfél-két évtizeden belül nem valószínű. Ezekben a tervekben a füstképződést nem okozó nukleáris energiának is fontos szerepet szánnak.

A már kialakult és üzemszerűen több helyütt megvalósított módszerek együttes felhasználása műszakilag ma is lehetővé teszi a kohászati emisszió gyökeres csökkentését. A *7. ábrában* egymás mellett tüntettem fel az ENSZ—EGB-nek az 5. ábrában már bemutatott adatait és a Rajna deltájában tervezett $10 \cdot 10^6$ t-s új acélmű maximális



7. ábra. A vaskohászat jelenleg lehetséges legkisebb emissziója

emisszió értékeit, amelyekért az üzem tervezői és létesítői felelősséget vállaltak. Ha 15—20 év múlva a világ minden acélművét ilyenné lehetne korszerűsíteni, akkor az Md tonna acél termelésével járó emisszió a jelenleginek kb. 1/4-ére csökkenne. Kérdés persze, hogy a világ gazdasága viselheti-e az evvel járó óriási költséget.

Röviden említem meg a vaskohászat öntödei ágazatát. A vasöntvények gyártása az acélgyártás volumenének mintegy 10%-ával felérő öntöttvas megolvasztását kívánja, legnagyobb részt aknás kemencében, 12—15% koksz felhasználásával. A kemencék füstgáza CO_2-t, CO-t, SO_2-ot, port visz magával és általában tisztátalanul megy a levegőbe, még hozzá sokszor lakott helyen. Az öntvények tisztítása szilikózis veszélyt jelentő porképződéssel jár. Az öntő üzemek füstgázainak tisztítása az olvasztókemencénél költségesebb berendezéssel oldható meg, költségét a kisebb üzemek nem tudják viselni. Ha a levegő tisztaságát védő rendelkezések már mindenütt hatályba lépnek, a jelenlegi öntődék jelentős része kénytelen lesz a működését beszüntetni; helyettük centralizált nagy öntődéket kell majd létesíteni, amelyekben az olvasztást olyan kemencékben végzik, amelyeknek füstje tisztítható, a levegőt nem szennyezi.

IV.

A vaskohászatnak másik nagy mennyiségben szükséges segédanyaga, a víz, világszerte a legtöbb üzemben sok gondot okoz. Különösen a régebbi kis vízfolyások mellé települt üzemek sokkal korábban rákényszerültek a víz gazdaságos felhasználására, mint amikor az élővizek tisztaságának védelme napirendre került. Hazai kohászati üzemeink közül is csak kettő van a bővizű Duna mellett, öt pedig a sokkal kisebb hozamú Sajó és Zagyva vízgyűjtő területein.

Hazai vaskohászatunk jelenlegi évi $330 \cdot 10^6$ m^3-t a teljes ipari vízmennyiségnek 10%-át használja; a frissvízből évi $190 \cdot 10^6$ m^3-t, a teljes mennyiségnek 9%-át vételezi; a vaskohászatban felhasznált víznek tehát 57,5%-a frissvíz, a többi cirkulációból származik. A vízigény alakulásáról 1985-ig a *8. ábra* ad áttekintést, feltételezve, hogy addig az acélgyártás a jelenleginek másfélszeresére emelkedik.

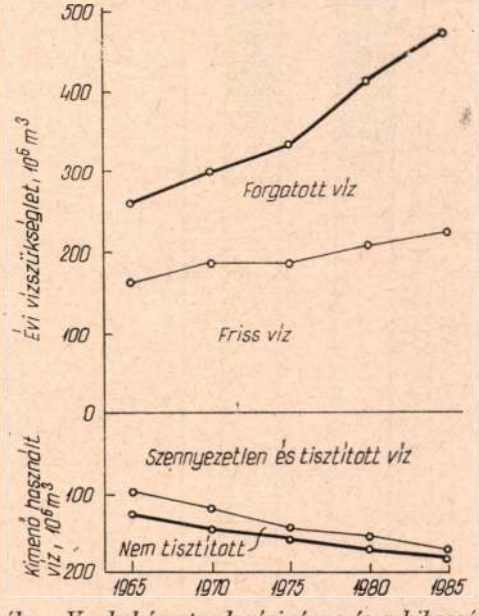
Az ábra szerint a fajlagos vízigény a jövőben is megmarad a jelenlegi 95—100 m^3/t acél szinten; a három teljes vertikumú üzemünk 160—165 m^3/t acél vizet fogyaszt. Ez a vízfogyasztás jól egyezik a külföldi üzemek vízigényével, túlzottnak tehát nem mondható; a metallurgiai fázis nélkül termelő üzemek vízfogyasztása természetesen jóval kisebb. A jövőben azonban még erőteljesebben csökkenthetnénk a frissvíz — forgatott víz — arányát az ábra szerinti 47—48% alá; vannak külföldi üzemek amelyek a teljes vízszükségletüknek csupán 20%-át fedezik frissvízzel.

Az abszcissza tengely alatt a kohászati üzemeinkből kibocsátott, tisztított és tisztítatlan víz mennyiségét tüntettem fel.

A vaskohászati üzemek a vízszükségletüknek 80%-át hűtésre használják; ez a víz melegszik, de nem szennyeződik. Nyári hónapokban az elfolyó hűtővíz 40—45 °C-os is lehet. Az újra felhasználandó meleg hűtővizet hűtőtoronyban lehet és kell is lehűteni.

Jóval kisebb mennyiségű a feldolgozó hengerművek, a dróthúzó és a karbantartó üzemek vízszükséglete; ezek vízrendszerébe 20—50 mg/l kenőzsír, olaj kerül, de élővízbe legfeljebb 10 mg/l, olajat vívő szennyvíz bocsátható. Kisebb mennyiségű szennyes víz olajfogóval tisztítható, nagyobb mennyiségű tisztítása azonban csak költséges módon oldható meg.

Szilárd anyag, főleg ércpor, reve a gáztisztító egységek és a hengerművek vízrendszerében akad, 100—300 mg/l mennyiségben. Ülepítéssel, szűréssel a vízből jó hatásfokkal eltávolíthatók; a leülepedő iszapot fel is szokás használni.



8. ábra. Vaskohászatunk vízigénye és a kibocsátott használt víz

Kémiai, savas, ill. szervetlen sószennyezés pácolóüzemek vízrendszerében van. A szabad savat közömbösíteni kell, a sókat pedig fel lehet dolgozni, pl. a sav visszanyerése céljából.

A generátorgáz-telepek leállításával a kohászati üzemek használt vizéből gyakorlatilag eltűnt a legkellemetlenebb szennyező anyag, a fenol és a kátrány. A DV kokszoló üzemében elfolyó víz fenoltalanítása azonban még megoldandó feladat.

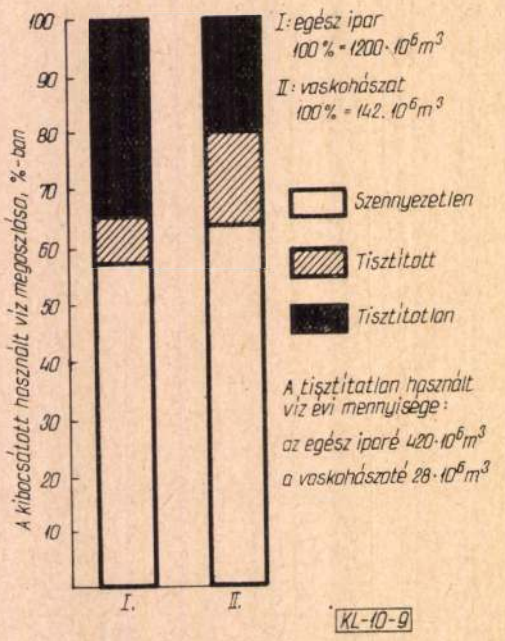
Amint a 8. ábrából kitűnik, kohászati üzemeinkből a tervek szerint még 1985-ben is $11 \cdot 10^6$ m³ tisztítatlan használt víz fog kijutni, amiből $1 \cdot 10^6$ m³ fekáliás lesz. A kívánatos természetesen az lenne, ha a használt víz teljes mennyisége csak kellő tisztítás után juthatna az élővizekbe.

A víznyerésre és a kibocsátandó víz tisztítására irányuló tervek valóra váltása ugyancsak jelentős összegű beruházást fog kívánni. Vaskohászati üzemeink vízgazdálkodását 1970-ben már $2{,}35 \cdot 10^9$ Ft értékű állóeszköz szolgálta; a 8. ábrában 1985-ig megvalósuló állapot elérése a tervek szerint további közel $2 \cdot 10^9$ Ft beruházásával lesz lehetséges.

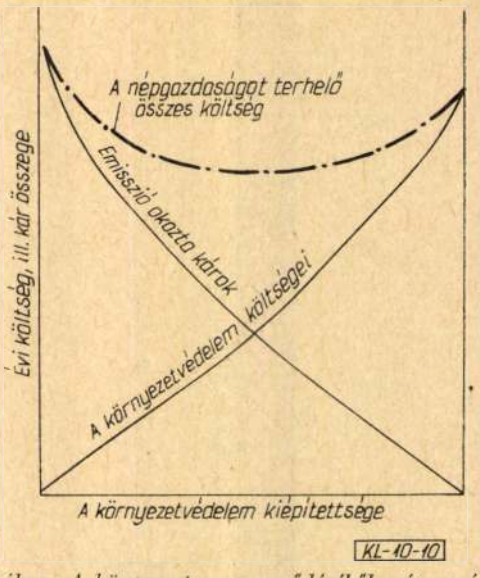
A helyzetképet avval egészíthetem ki, hogy a vaskohászatunk vízgazdálkodása már jelenleg is jóval fejlettebb, mint az egyéb iparágaké és városainké. Az összes hazai ipartelepek évi $1{,}2 \cdot 10^9$ m³ használt vizet bocsátanak ki, ebből $420 \cdot 10^6$ m³ szennyezetten, kellő tisztítás nélkül jut a befogadókba *(9. ábra)*; a vaskohászati üzemekből elfolyó használt vízből csupán $28 \cdot 10^6$ m³ kerül szennyezetten, tisztítatlanul a befogadókba. A tisztítatlanul elfolyó szennyezett víz aránya az egész iparban 35%, a vaskohászatban pedig 20%. A településeink szennyvizének sokkal kisebb hányadát tisztítjuk meg kellően.

V.

A levegő és a víz tisztaságának védelme az ember okozta szennyezéstől annál többe kerül, minél tökéletesebben oldjuk meg; viszont a tökéletesebb



9. ábra. Iparunk és vaskohászatunk évi használt víz kibocsátása



10. ábra. A környezet szennyeződéséből származó kár és védelem költségei

megoldás megvalósítása után kevesebb a kár, amelyet a népgazdaság szennyezettség következtében kénytelen viselni. A szennyezés elhárításának költsége és a szennyezések okozta kár nagysága a *10. ábra* szerint ellentétesen lejtő vonalakon változik. A népgazdaság terhe valahol a diagram közepe táján minimumon megy át. A népgazdaság szempontjából egyaránt káros, ha elhanyagoljuk a levegő és a víz tisztaságának védelmét, de az is, ha indokolatlanul sok költséget fektetünk bele. A leggazdaságosabb megoldás is nagy összegű ráfordítást fog kívánni nemcsak a vaskohászatban, hanem az egyéb iparágakban, a mezőgazdaságban, a közlekedésben és nem utolsó sorban a lakott, urbanizált településekben. A környezetnek most már veszélyes mértékű szennyeződése és annak nagyon költséges meggátlása végső soron abból ered, hogy az emberiség létszáma megszaporodott és egyre kényelmesebb életet igényel. Ezért azt a lehetőséget, hogy a környezeti ártalmak megszüntetése végett az ipar és abban a vaskohászat tevékenységét leállítsuk, nézetem szerint figyelmen kívül kell hagynunk.

IRODALOM

[1] ÉVM, Építészeti és Építésfelügyeleti Főo.: A levegőtisztaság védelem intézkedési terve. Budapest, 1971. szept.

[2] OMFB: A vaskohászati gyártási vertikum technológiai ágazataiban a világcsúcs, a jó átlagos világszínvonal és a hazai szint felmérése és elemzése. 2—803-It. Budapest, 1971. jan.

[3] OMFB: A vaskohóipar korszerű vízgazdálkodása. 2—503-Et. Budapest, 1971. márc.

[4] UN, Economics Comission for Europe: Problems of air and water pollution arising in the iron and steel industry, New York, 1970.

[5] UN, Economic Commission for Europe: Seminar on air and water pollution in the iron and steel industry. Leningrád. 23—28. August 1971.

[6] International Iron and Steel Institute: 5 th Annual Conference. Toronto. 11—13. Oct. 1971.

[7] *Palmer, P. V.:* What does 2000 A. D. hold for the foundry Brit. Foundryman *64* (1971). 406.

[8] *Theobald, W.—Schnegelsberg, G.:* Betriebliche Wasserwirtschaft in der Eisen- und Stahlindustrie. Berg- und Hüttenmänn. Monatshefte *116* (1971), 328.

Mélykemencék teljesítménynövelése dermedetlen magrészű betéttel

S. CERNOCH — F. KRÁL
Nyugatszlovákiai Vasművek, Kassa, Csehszlovákia

DK: 669.187.25.621.74.04 : 536.4.001.4

Szerzők számításokkal alátámasztott üzemi kísérletekről számolnak be, melyek során a teljesen át nem dermedt acélművi tuskókat 220 kcal/kg hőtartalommal adagolták mélykemencébe. Selejtet nem tapasztaltak, az öntőkokillák körforgalma azonban gyorsult, a mélykemence fajlagos kalóriafogyasztása pedig csökkent.

Az eddigi gyártásmóddal szemben, vagyis ha a betétet izzó és teljes keresztmetszetében dermedt állapotban adagolják, a folyékonymagú betét adagolása nemcsak lényegesen növeli a teljesítményt, hanem ezzel arányosan csökkenti a tüzelőanyagfogyasztást, növeli az öntőkocsik és kokillák kihasználását, továbbá valószínűleg csökkenti a revemennyiséget és növeli a kemencék tartósságát is.

A tuskók kokilla lehúzásának, hűlésének és a mélykemencében való izzításnak legrövidebb idejét először kiszámítottuk és aztán ezeket a kiszámított időket a gyártásban ellenőriztük. Erre a célra nem megnyugtatott és félig megnyugtatott ötvözetlen acélból készült 10, 11, 12, 14 és 16 t súlyú tuskókat használtunk. Az oxigén-konverter egy-egy adagja átlagban 118 t volt, ezt a mennyiséget a mélykemence egy kamrájába raktuk be. A módszernek az volt az alapja, hogy a mélykemencébe berakott tuskók melegmennyisége (entalpiája) feleljen meg a hengerlésre kiszedett tuskók hőmérsékletének. Ez az érték 220 kcal/kg körül mozog. Számításaink arra mutattak, hogy ha ilyen hőtartalmú tuskókat rakunk a kemencébe, akkor a köbtartalmuk több mint 30%-a még nem dermedt meg. A folyékony magrészű betét adagolásának az volt a következménye, hogy a dermedő tuskó rövidebb ideig tartózkodott a kokillában, így tehát jobb volt a kokillák kihasználása és nagyobb a tartósságuk. Az ismert irodalmi adatok [1] és saját tapasztalataink az eddig használatos hevítési idők lényeges lerövidítésére jogosítanak. Az *1. táblázat* a kokillalehúzás eredetileg a szabad térben való lehűlés figyelembevételével javasolt idejét, ennek az időnek tapasztalataink alapján lerövidített, a kísérleti gyártásban használt és technológiai előírásokban rögzített értékeit, és végül a gyártás folyamán elért idő átlagos értékeit mutatja.

A kokillákban levő dermedés sebességét, vagyis a megdermedt réteg vastagságának (S) az időhöz (t) való viszonyát egy egyszerű exponenciális függvénnyel fejezhetjük ki:

$$S = k \cdot \sqrt{t}$$

ahol a k empirikusan szerzett tényező.

Természetes, hogy itt a dermedés sebességét a vízszintes irányra vonatkoztatjuk. Ez a sebesség, illetve a k tényező a keresztmetszet oldalainak arányától is függ. A tényező értéke ezenkívül a dermedés idejének első felében különbözik a dermedés teljes idejében elért átlagos értéktől, mivel a dermedés sebessége a vége felé növekszik. A 11 és 16 t súlyú tuskók megdermedt rétegének vastagságát és köbtartalmát a kokillalehúzás után és a szabad térben való hűtés közben, vagyis a megdermedt réteg köbtartalmának és az átlagos entalpiának a változását tízperces időszakokra, összesen 50 perc időre kiszámítottuk. Számításainkban 2 perces időszakaszolást használtunk és a tuskó teljes vastagsága 16 részre volt felosztva. A szabad térben való hűtés kezdeti feltétele az volt, hogy a tuskó felülete és folyékony közepe között a hőmérséklet lineárisan változik. A hűlés folyamatát a megdermedt réteg kétféle eloszlásával számítottuk [2]. Először mint a tuskó minden oldaláról dermedő rétegeket (számította *Kohut*), másodszor pedig mint egy végtelen elemi vastagságú alapot (számította *Betusová*) és az eredményeket összehasonlítottuk egymással. Erre azért volt szükség, mert a szabad térben való hűlés a valóságban nem egyezik meg teljesen az öntőkocsin való hűléssel, ahol az öntecsek egymás mellett vannak elhelyezve és árnyékolják egymás felületéről a sugárzást, úgyhogy a megadott számítási móddal a valóságosnál rövidebb időket kapunk.

Az 1. táblázatban az első számítási mód eredményei vannak feltüntetve. A megdermedt és a folyékony rész közös rétege a számítás speciális szakaszát képezi [3]. A táblázat csak a szabad térben való állás idejét tünteti fel, amely azonos a kokillalehúzás és a kemencébe való adagolás között eltelt idővel, amikor az öntecs annyira lehűl, hogy az átlagos entalpiája kb. 220 kcal/kg. A tervezett értékek áttekintését a táblázatban a kemencében való tartás idejének értékei zárják le.

Fűtés nélküli kemence alatt olyan kemencét értünk, amelynek a kéményelzárója be van zárva és úgy van fűtve, hogy a keletkező füstgázok csak akkora minimális túlnyomást biztosítanak, amely megakadályozza a levegő beszűrődését. A kemencék négyjáratúak, a füstgáz egyenes áramlású [4], a fenék területe 30 m² és a fűtés keverékgázzal történik, melynek fűtőértéke kb. 1600 kcal/Nm³. A fűtés kezdetén 8 Gcal/óra volt a bevezetett teljesítmény. Az *izzítási idő* alatt azt az üzemeltetési időt értjük, amely bezárt fedővel megy végbe. Egy térbe mindig csak egy adag anyag volt berakva, ezért a fenékterület nem volt kihasználva. A fenékterület teljes kihasználásával, tehát ha 145 t anyag lett volna berakva, a fajlagos teljesítmény még lényegesen nagyobb lett volna. Ez az izzítási mód akkor is alkalmazható, ha a tuskók entalpiája kb. ± 15 kcal/kg-val különbözik a 220 kcal/kg-tól. Az entalpia nagyobb értékei (a gyártásban nagyon ritka eset, mert a szállítás ezt akadályozza) azt okozzák, hogy hosszabb a fűtés nélküli idő, rövidebb a fűtés ideje, de az izzítás teljes ideje hosszabb. 220 kcal/kg-tól kisebb érté-

1. táblázat

A tuskó súlya, t	10	11	12	14	16
Méretek, mm	1023,5	1125	1248,25	1448,25	1603,25
hosszúság/vastagság; magasság = = 2 m	755,2	755	757,4	732,4	755,2
Tervezett értékek					
A kokillában való dermedés ideje (öntés = kokillalehúzás/perc)	80	90	95	105	120
A felület hőmérséklet a kokillalehúzás után, °C		1050			1035
A megdermedt réteg vastagsága, mm		158			188
Megdermedt köbtartalom, %		65			69
Átlagos entalpia kcal/kg		242,3			238,23
A szabad térben való hűlés időszükséglete ahhoz, hogy a betét átlagos entalpiája 220 kcal legyen, perc		20			20
A felület hőmérséklete adagoláskor, °C		912			903
A folyékony magrész köbtartalma adagoláskor, %		21,5			21,2
A megdermedt réteg vastagsága, mm		212			232
Fűtetlen kemencében való tartózkodás ideje, perc	60	70	70	90	90
Fűtött kemencében való tartózkodás ideje, perc	60	70	70	60	60
Az izzítás teljes ideje (lezárt fedéllel), perc	120	140	140	150	150
Gyártási értékek					
A kokillában való dermedés ideje, perc — előírás	75	80	95	105	110
A kokillában való dermedés ideje, perc — gyártási átlag		98,2	105,6	118,7	126
A felület hőmérséklete kokillalehúzás után °C átlag	950—1025 994,7	940—1030 995,1	950—1085 990,5	920—1090 995,6	925—1095 1029,5
A felület hőmérséklete adagoláskor °C átlag	820—908 879,3	820—980 890,9	820—920 882	790—965 887,6	815—1055 905,2
Az izzítás teljes ideje (átlag) perc	199,5	163	164,8	158,6	169
A szabad térben való hűlés átlagos ideje, perc		29,5	36		40
A figyelt adagok száma	2 + 20	12 + 20	5 + 20	9 + 10	11 + 20
129 / kísérletkutatás / összes	22	32	25	19	31

keknél ez fordítva van, míg végül átmegy olyan értékekre, ahol az izzítás már teljesen megdermedt betéttel történik.

A tervezett értékeket először 39 adag minden nagyságú öntecsén kipróbáltuk, aztán ezen tapasztalatok alapján az előírásokat javítottuk és figyeltük a gyártásban elért eredményeket. A táblázatból láthatjuk, hogy a kokillalehúzás idejei még csökkentek. Maga az üzemi kutatás, amelynek az eredményeit itt közöljük, összesen 129 adagból állt és 1970-ben július és október hónapok között történt. Selejtet egyáltalán nem észleltünk. Ezt a mószert mostanáig az adagok kb. 20%-ára használjuk és nagyobb mértékű hasznosítása a várakozási idők (az acélműben, lehúzó csarnokban és a mélykemencéknél) lerövidítésétől, vagyis a szállítás tökéletesítésétől függ. Az öntőkocsik és kokillák forgalmának gyorsulását és a revemennyiség csökkentését nem figyeltük. A fűtőanyag megtakarítása arányos az izzítási idők csökkenésével.

IRODALOM

[1] *Rehrens, K. F.—Weingart, K.:* St. u. Eisen 1969, *26*, 1457—1467 old.

[2] *Cernoch, S.—Kohut:* A tuskólehúzás, hűlés és izzítás idejének optimálása a VSZ üzemében. Részlet-idejének optimálása a VSZ üzemében. Részlet-beszámoló kutatási feladatokról; ipari kemencék osztálya VP-VSZ.

[3] *Frolik, J.—Splichal, J.:* VUHZ, 1963. 9.

[4] *Cernoch, S.:* Journal of the Iron and Steel Inst. 1966. ápr.

A pásztázó elektronmikroszkóp és felhasználási területei a fémiparban

Dr. BARNA PÉTER, a fizikai tudományok kandidátusa, osztályvezető, MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézet

CSANÁDY ANDRÁSNÉ tudományos munkatárs Fémipari Kutató Intézet

DK: 621.385.833 : 537.533 : 620.187

A szerzők ismertetik az elektronoptikai vizsgálóeszközök egyik változatát, a pásztázó (scanning) elektronmikroszkópot. A vizsgálat fizikai alapjaiból kiindulva elemzik a ma használatos műszereket és példákon mutatják be az alkalmazási lehetőségeket. A dolgozat felvázolja az elektronoptikai eszközök területén várható fejlődést.

Bevezetés

Az ipari fejlődés egyre nagyobb mértékben alapozhat tudatosan kidolgozott és ellenőrzött gyártási eljárásokra. Egyre inkább szükség van az anyagok szerkezetének, összetételének az ismeretére, a kiindulási alapanyagtól kezdve a félkész terméken keresztül a végtermékig. Ismernünk kell az anyag alakítása, feldolgozása, tehát a gyártás folyamán bekövetkező szerkezetváltozásokat, az új szerkezetek kialakulásának módját. Az egyre szaporodó, s már alig áttekinthetővé váló ismeretek korában elkerülhetetlen a tájékozódás mindazokról a lehetőségekről, módszerekről, amelyek már léteznek, s amelyekkel a törekvések valóra válthatók [1]

Jól tudott, hogy az anyagok fizikai-kémiai sajátságait elsősorban a szerkezetük határozza meg. Mégis sietve hangsúlyozzuk, hogy hiba volna, ha bárki is varázserejűnek tételezne fel valamely szerkezetvizsgálatot. E vizsgálatok azonban alapvetően szükségesek.

Az a módszer és eszköz, amelyet röviden bemutatni kívánunk — *a tárgyat pontonként, raszter formájában feltérképező, pásztázó* (scanning: mozgatott nyalábú) *elektronmikroszkóp* —, a jelenleg általánosan alkalmazott *szerkezetvizsgálati eljárások egyik újabb fajtája*. Bár közvetlen, nagyobbrészt külföldi intézetekben szerzett tapasztalata ezideig csak kevés hazai szakembernek van, mégis érdemes felfigyelni a módszer gyors elterjedésére és az eddig elért eredményekre. Ma már afelől is biztosak lehetünk, hogy a nagyszámú készülék üzembeállítása a világ minden tájén nem divatból történt. Termelési érdek fűződik hozzá.

Érdemes itt azt is megemlíteni, hogy a tudományos-technikai forradalom jellemzői: a felgyorsult fejlődés, a kutatási-gyártási feladatok szükségleteinek és a vizsgáló eszközök nyújtotta lehetőségeknek szoros kölcsönhatása, az eszközöket gyártó cégek versenyének fejlesztő hatása, mint iskolapéldán tanulmányozható a pásztázó elektronmikroszkóp rövid történetén.

Mivel ez az eszköz egy eszközcsalád *(fénymikroszkóp* — a klasszikus *átvilágító elektronmikroszkóp)* vizsgáló spektrumának egy régóta hiányzó tartományát fogja át, már kiérlelt alkalmazási területek várták. 1965 óta — ekkor jelent meg a készülék kereskedelmi forgalomban —, igen nagy mennyiségű irodalom gyűlt fel, amelynek jó része, főként kezdetben, a mikrovilág közvetlen látványként való megjelenítését célozta [2, 3]. A módszer kedvező sajátsága ugyanis, hogy segítségével a minták a néhány tízszerestől a százezerszeres nagyításig figyelhetők meg, s így a nagyítást fokozatosan növelve a néhány 100 ψ-ös szerkezet a jól ismert fénymikroszkópi képhez illeszthető.

Hamarosan megjelentek azonban az adott fizikai jelenségekre építő, olyan tervezési-felépítésbeli törekvések, amelyek a pásztázó eljárásban rejlő sajátos elemző és szerkezetvizsgáló módszerek megvalósítását teszik lehetővé. Így a pásztázó eljárás a durva felületű anyagok esetében a *mikrolátvány* és *mikroelemzés* (pl. a szekundér elektronokkal alkotott topográfiai kép és karakterisztikus röntgenkép) összekapcsolásának megvalósításával, továbbá a minta néhány 10 μm méretű elemeinek a mechanikai vagy hőkezeléssel történő átalakítás közepette végzett szerkezetvizsgálatával *új felismerésekhez vezethet*. Napjainkban egyre több ilyen témájú közlemény jelenik meg [4, 5, 6, 7]. A fentie-

ken túlmenően, a vizsgálati módszer még más egyéb lehetőségeket is kínál (katódlumineszcencia, elektromos erő eloszlásának felvétele stb.), ezeknek azonban a metallurgiai alkalmazás szempontjából alárendelt jelentőségük van.

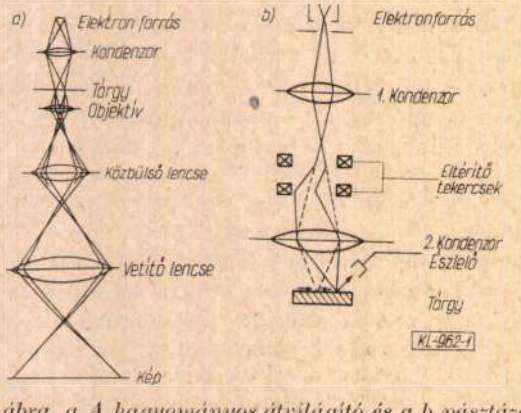
Magyarországon ez ideig egyetlen ilyen készülék működik, s az is csak az elmúlt év óta, amikor pedig számuk már a környező országokban is megközelíti a tucatot.

A képalkotás kétfajta lehetősége elektronnyalábbal

Az elektronnyalábnak anyaggal való kölcsönhatását régóta felhasználják anyagvizsgálatra. A gyorsított elektonok hullámtermészete (100 kV esetén hullámhosszuk 0,04 Å) s az a tény, hogy az elektronokat elektromos és mágneses térrel fókuszálni lehet, a fényoptikaihoz hasonló felépítésű elektronoptikai eszközök készítését teszi lehetővé. Így a természetes, közvetlen látásunkban és a fényoptikában megszokott képekhez hasonló képek hozhatók létre elektronokkal is, azonban feloldásuk több nagyságrenddel jobb; néhány ezer Å-el szemben néhány Å. E képeken az adott minta felületének vagy belsejének szerkezetét, illetve valamilyen anyagi tulajdonságának eloszlását tehetjük láthatóvá.

Mindkét általánosan használt módszernél — amint az *1. ábrán* látható — a tárgyat nagy áramsűrűségű elektronnyalábbal világítjuk meg. Az egyik esetben — s ez a *hagyományos elektronmikroszkóp* esete — az elektronokkal átvilágítható vékony tárgyon *áthaladt elektronnyalábot használjuk fel képalkotásra.* A tárgy nagyított képét a tárgy és a képernyő közé helyezett elektronoptika leképezéssel állítja elő. E leképezésnél az elektronnyaláb hullámtulajdonságát használjuk ki, s azt a hatást, amelyet a tárgy fejt ki e nyalábra. Az áthaladó elektronhullámot a tárgy egyes elemei különböző mértékben zavarják, szórják; illetve fázisát megváltoztatják. Emeljük ki e képalkotással kapcsolatban, hogy a tárgy minden egyes pontjához tartozó képpont egyidejűleg jön létre, s így minden időpillanatban a teljes kép jelenik meg.

A *másik* esetben a tárgy után nincs leképező optika. A kép a jól ismert *televíziós képalkotás* szerint keletkezik: a tárgy felületét a megvilágító optikával előállított *igen kis átmérőjű elektronnyalábbal pontról pontra „raszter"-szerűen letapogatjuk, végigpásztázzuk* s az elektronok és az egyes tárgypontok kölcsönhatásakor keletkező valamilyen jelet (pl. szekundér elektronok, röntgensugárzás stb.) alkalmas érzékelővel felfogjuk. Ha e jellel olyan katódsugárcső elektronsugarának erősségét szabályozzuk, amelyet a tárgyat letapogató elektronnyalábbal azonos ütemben mozgatunk, a katódsugárcső ernyőjén a tárgy feltérképezett felülete jelenik meg tónusos kép formájában. Az egyes tárgypontok a képen időben egymás után, s adott periódusban ismétlődve jelennek meg. Megfelelően nagy ismétlődési periódus esetén álló képet látunk.



1. ábra. a A hagyományos átvilágító és a b pásztázó elektronmikroszkóp optikai rendszerének felépítése

Nyilvánvaló, hogy a hagyományos elektronmikroszkóp elsősorban az elektronokkal átvilágítható, eleve vékony, vagy elvékonyított tárgyak vizsgálatára való. A tárgy felületét az arról készített vékony lenyomat segítségével is láthatóvá tehetjük. A pásztázó elektronmikroszkóppal ezzel szemben mind átvilágítható, mind pedig tömbformájú tárgyak közvetlenül leképezhetők. Ismeretes, hogy a hagyományos mikroszkóp feloldóképességét az elektronoptika hibái, az átvilágított tárgy vastagsága, illetve az határozza meg, hogy milyen vizsgálati módszert alkalmazunk (pl. felület vizsgálata lenyomattal). A pásztázó készüléknél az elsődleges meghatározó az elektronnyaláb átmérője, a felfogható jel *jel/zaj*-viszonya, valamint a minta belsejében szóródó elektronok hatása. Bár mindkét képalkotási módszert csaknem egyidőben gondolták ki [8, 9], mégis a fénymikroszkópkoz hasonló felépítésű készülék fejlődött ki előbb. Könnyebben megoldható volt ugyanis a leképező elektronoptika hibáinak csökkentése, a feloldóképesség javítása, mint az igen kis átmérőjű (> 100 Å) és nagy áramsűrűségű elektronnyaláb előállítása, illetve a nagyérzékenységű érzékelők készítése. A pásztázó mikroszkóp fejlődése az utolsó néhány évben jutott arra a szintre, hogy a klasszikussal feloldóképességben is egyenértékűvé vált átvilágított tárgyak esetén. A kétféle készülék fontosabb jellemzőit hasonlítjuk össze az *1. táblázatban.*

Utalunk itt arra, hogy míg az átvilágító elektronmikroszkópban vizsgálható mintákat csaknem minden esetben hosszabb ideig tartó előkészítés során kell előállítanunk, addig a pásztázó mikroszkópban az anyagok közvetlenül vizsgálhatók. Az elektromosan nem vezető minták felületét azonban a töltődés elkerülése végett vezetőréteggel kell bevonnunk. A pásztázó mikroszkóp éppen ezért különösen alkalmas gyártási folyamatok rendszeres ellenőrzésére is.

A pásztázó elektronmikroszkóp felépítése

Az előzőekben megismert működési elvből egyértelműen következik. Itt említjük meg, hogy az angol irodalom *scanning electron microscope*, a német *Elektronen-Rastermikroskop*, az orosz растровый электронный микроскоп névvel jelöli. A ma használatos készüléktípus felépítésének vázlatát a *2. ábra* mutatja. A megvilágító rendszer az elektronforrást, valamint a kondenzátorként szereplő elektronoptikát tartalmazza. A jelenlegi

1. táblázat

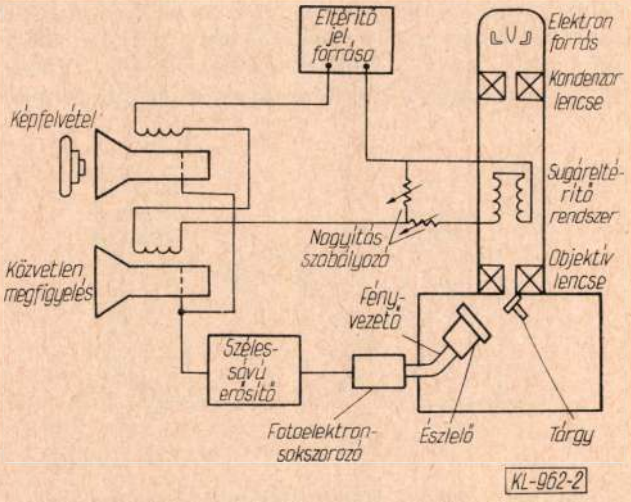
A jelenleg gyártott átvilágító és pásztázó elektronmikroszkópok fontosabb adatainak összehasonlítása

	Átvilágító hagyományos		Pásztázó	
	50—100 kV	1 MV	5—50 kV	500 kV (laboratóriumi készülék)
Vékony minták				
Legnagyobb vizsgálható vastagság	800—1200 Å	1—8 μm	0,1—1 μm	1—10 μm
A feloldóképesség határa	1,5—1200 Å	3—5 Å	80—100 Å	80—100 Å
A mélységi élesség (feloldástól függ)	50—1000 Å	100 Å—5 μ	1 μ	5—10 μm
Tömör anyag felülete				
Közvetlen vizsgálat	reflexiós feltét			
A feloldóképesség	150—200 Å	—	100—200 Å	100—200 Å
A minta mérete	3 mm ∅	—	20 × 20 mm	20 × 20 mm
Az előkészítési idő	2—5 óra	—	elektromosan vezető: nem igényel szigetelő: 0,5—1 óra	
Közvetett vizsgálat	egy- vagy kétlépéses lenyomat			
A feloldóképesség	50—100 Å	—	—	—
Az előkészítési idő	5—10 óra	—	—	—
A gyártási folyamatok rendszeres ellenőrzése	nem alkalmas, vagy csak igen nehézkesen	nem alkalmas	alkalmas	nem szükséges
A készülék ára				
Alapkészülék	50 000 $	500 000 $	50 000 $	—
Kiegészítő berendezések	50 000 $	100 000 $	50 000 $	—

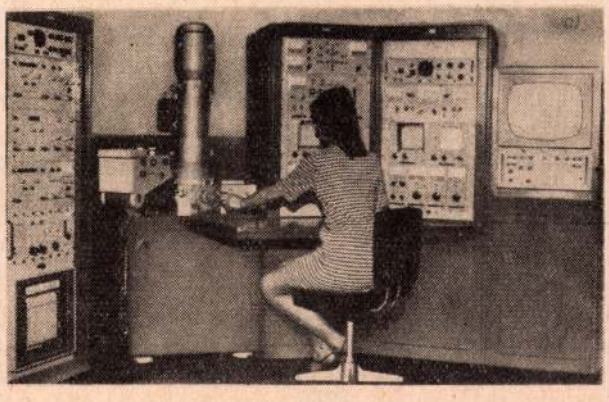
készülékekben a megvilágító rendszert két, illetve három lencséből építik fel. Ennek feladata az, hogy minél nagyobb erősségű és minél kisebb átmérőjű elektronnyalábot állítson elő a tárgy felületén. (A ma gyártott készülékekben a nyaláb átmérője *100—500* Å, erőssége 10^{-12}—10^{-8} Å közötti érték. Laboratóriumi készülékekben elérték az *5* Å nyalábátmérőt is [10].

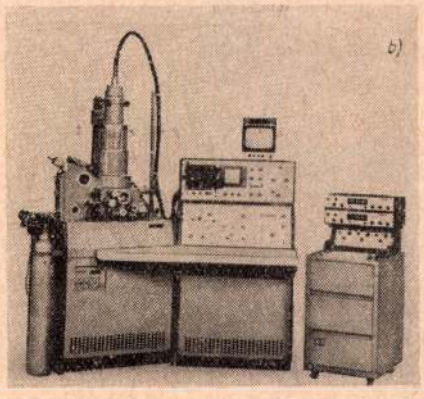
A nyaláb meghatározott méretű, négyzetalakú területet pásztáz, melyet a nagyítás határoz meg. A nyaláb mozgatása az utolsó, itt tárgylencsének nevezett lencse elé beépített eltérítő tekercsek segítségével történik. Ezek meghajtó generátora mozgatja a katódsugárcsövek elektronnyalábját is.

A tárgy általában goniométer-asztalra van erősítve, amely a tárgy vízszintes irányú mozgatását, döntését, illetve forgatását teszi lehetővé. A tárgy-



2. ábra. A pásztázó elektronmikroszkóp felépítése





3. ábra. A jelenleg gyártott pásztázó elektronmikroszkóp két típusa: a az angol Cambridge Scientific Instruments Limited cég Stereoscan S4, illetve b a japán JEOL Co. Ltd. cég JSM-U3 készüléke. Mindkét készüléken az elektronoptikai oszlop baloldalán a röntgenmonokromátor látható

térbe a keletkező jelek felfogására alkalmas érzékelők vannak beépítve: Elektronok felfogására *szcintillációs kristály*, vagy *elektronsokszorozó*, il-

letve *félvezető érzékelő*. A röntgensugárzáshoz diszperziós *kristálymonokromátor számlálócsővel*, vagy *energia-érzékeny félvezető érzékelő*, a kibocsátott fény észlelésére *fotoelektronsokszorozó*. A legtöbb készüléktípusban megtalálhatjuk a vékony tárgyakon áthaladó jelek felfogására alkalmas érzékelőket is. A tárgyasztal szigetelt, így mérni lehet a tárgyat érő elektronsugártól származó áramot.

Az egyes érzékelőkkel felfogott jel szélessávú erősítővel felerősítve a megfigyelő katódsugárcső vezérlő rácsára jut.

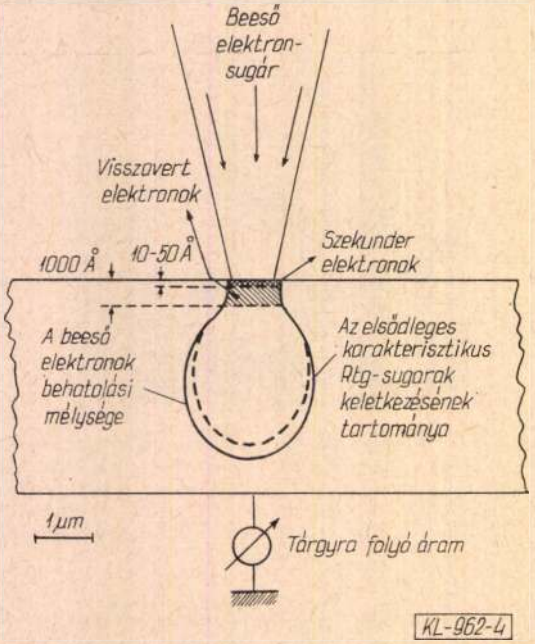
A jelenleg gyártott alapkészülékbe azokat az érzékelőket építik be, amelyek a szekundér és a visszavert elektronok, valamint a tárgyra folyó áram mérésére alkalmasak. A kémiai összetétel, valamint a kristályszerkezet vizsgálatára alkalmas kiegészítő berendezéseket (röntgenanalizátor, fotoelektronsokszorozó, szerkezetvizsgáló rendszer stb.), valamint a nagyképernyős televíziós rendszert és az egyes folyamatok rögzítésére alkalmas képmagnót külön kell beszerezni. E kiegészítő berendezések együttes ára eléri az alapkészülékek árát.

A berendezés elektronoptikai oszlopát, valamint a tárgyteret diffúziós szivattyúval működő vákuumrendszer szívja le a 10^{-5} *Torr* nyomástartományra. A tárgyat zsiliprendszeren keresztül lehet behelyezni.

Elektronok és anyag kölcsönhatása; a keletkező jelek és a pásztázó mikroszkóp szokásos működési módjai

A legfontosabb alkalmazási területek áttekintése előtt röviden összefoglaljuk az elektronsugár és az anyag kölcsönhatásakor végbemenő folyamatokat és az ezek során keletkező jeleket.

Minden különösebb meggondolás nélkül is azonnal belátható, hogy elektronnyalábbal tájékoztatást a tömör mintának csak egy viszonylag vékony felületi rétegéről nyerhetünk, arról a rétegről, amelybe az elektronok behatolnak, s amelyből a kiváltott jel kilépni képes. A *4. ábra* összegezi a kiváltott jeleket, s érzékelteti, hogy az egyes észlelhető jelek milyen mélységben keletkeznek. Ha a minta az elektronok behatolási mélységénél vékonyabb, képalkotásra az áthaladt elektronsugarat is felhasználhatjuk.



4. ábra. A nagyenergiájú beeső elektronsugár behatolása a mintába és a kiváltott jelek

Az anyagba behatoló elektronok rugalmas és rugalmatlan ütközések sorozatát szenvedik el, s az egyes jelek az ütközések alkalmával, illetve másodlagos folyamatokként keletkeznek. Az atommagokon rugalmasan szóródnak az elektronok. Így léphetnek ki a felületből a beesőkkel közel azonos energiájú *visszavert elektronok*. A rácshoz kötött elektronokkal rugalmatlan az ütközésük, amelyet ionizáció, illetve gerjesztés jellemez. Az ütközések következménye az is, hogy a belépő nyaláb az anyagban továbbhaladva kiszélesedik, s az a tartomány, amelybe az elektronok eljuthatnak, jellegzetes alakkal bír. A behatolási mélység a beeső elektronok energiájától és az anyag rendszámától függ. A szóródás következménye az is, hogy a felület, amelyről pl. szekundér elektronok lépnek ki, nagyobb, mint a beeső elektronnyaláb keresztmetszete. Tömör anyag felületének leképezésénél ez a hatás korlátozza a feloldóképesség növelését.

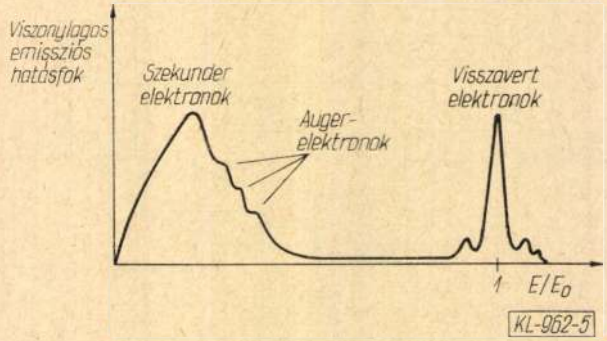
A kohászati alkalmazás szempontjából fontos jeleket — működési módokat — és az ezekkel vizsgálható tulajdonságokat a *2. táblázat* foglalja össze.

A következőkben az egyes jeleket vesszük sorra, majd néhány példán bemutatjuk alkalmazási lehetőségüket.

Elektronok

Kis energiájú elektronok

A mintának az elektronnyalábbal megvilágított felületi rétegéből kilépő elektronok jellegzetes energiaeloszlást mutatnak *(5. ábra)*. A *szekundérelektronok* a 0—50 V energia tartományban folytonos eloszlást adnak. A szekundér elektronok kiváltásának hatásfoka, mint az jól ismert, az anyag kilépési munkájától is függ. E hatás azonban a jelenleg gyártott pásztázó elektronmikroszkópokban nem érvényesül, mivel a 10^{-5} Torr nyomású maradékgáz jelentős része szénhidrogén, s így a minta felületét igen rövid idő alatt egy, az elektronnyaláb által lebontott szennyező szénréteg fedi be. Megjegyezzük, hogy a felület mintegy 10—50 Å vastagságú rétegéből kilépő szekundér elektronoknak



5. ábra. A felületből kilépő elektronok energia eloszlása. E_0 a beeső elektronok energiáját jelenti

2. táblázat

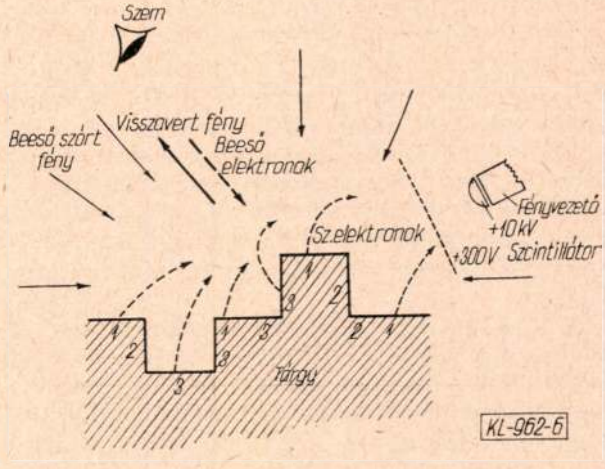
A kohászat számára fontos vizsgálatok és az ezekhez felhasználható jelek, a készülék működési módjai tömör minták esetén

Jel működési mód	Felületi szerkezet		Kémiai összetétel		Kristályszerkezet	
		Feloldás Å		Feloldás Å		Vizsgált terület
Szekundér elektronok	A tárgy és érzékelő között gyorsító tér. 30—50 Å vastag felületi rétegből	100—200	—		—	
Augerelektronok	—		Kis energiájú elektronok energiájának mérésével. 10—30 Å vastag felületi réteg. $<10^{-8}$ Torr nyomás szükséges	1000	—	
Visszavert nagy energiájú elektronok	—		Tárgy és érzékelő között fékezőtér. <1000 Å vastag felületi rétegből. Kvalitatív, tájékoztató	1000	Egykristály	1—4 mm²
					Polikristály	25—1000 μ^2
Karakterisztikus Rtg-sugárzás	—		0,1—1 μm vastag felületi réteg. Kvalitatív (kvantitatív)	1000		

közel egyharmadát az anyag belsejéből visszaszórt elektronok keltik.

Az *Auger-elektronok* gerjesztés során keletkeznek, s lényegében magasabb energianívókról kilépő kis energiájú elektronok. Energiájuk az anyagi minőségre jellemző, meghatározott érték. A felület néhány atomsorából származnak, s a legkülső felületi réteg kémiai összetételének meghatározására alkalmasak. A teljesség kedvéért említettük meg ezeket az elektronokat, mivel a jelenlegi készülékekben ezek különválasztására nincs lehetőség, s a szennyeződés miatt különben sem lehetnek jellemzőek a minta valódi felületének kémiai összetételére. Az Auger elektronokkal történő felületvizsgálat csak különleges, 10^{-8} Torr-nál jobb vákuumban dolgozó készülékekben lesz lehetséges [6].

Szekundér elektronokkal — szekundér-elektron működési módban — felületek szerkezetét képezhetjük le. A mintát átvilágítva, a hagyományos elektronmikroszkóppal az elvékonyított mintába belenézünk és a felbontás ($>$ 2 Å) adta lehetőségek folytán feltárjuk az atomok rendezettségét, illetve az abban levő hibákat. Pásztázó módszerrel dolgozva, a szekundér elektronokat használjuk fel a képalkotásra. Ránézünk az anyag egy adott felületére és a több atom által alkotott egységeket, illetve ezek halmazának szerkezetét vizsgálhatjuk közvetlenül. A felületnek szekundér elektronokkal létrehozott képe, a szemmel látott kép keletkezéséhez hasonlóan, főként árnyékhatás révén jön létre. Így e kép a megszokás alapján különösen előnyösnek tűnik *(6. ábra)*. Szemmel — végiggondolva a kép keletkezését — egy durva felületnek



6. ábra. A kép tónusosságát az árnyékhatás és a felületi elemek dőlésszöge határozza meg. Árnyékban lesznek mind a szemmel való megfigyeléskor, mind pedig az adott irányú elektronnyalábbal történő megvilágításkor a 2-vel jelzett felületek

csak azokat a részeit láthatjuk, amelyről az egyenes vonalban haladó fény eljuthat szemünkbe, bár a szokásos szórt fényben minden felületelem meg van világítva. A pásztázó mikroszkópnál a helyzet fordított: a megvilágító elektronnyaláb éri egy adott irányból a felületet. Egyes felületelemek tehát árnyékban lesznek. Az észlelő és a tárgy közé kapcsolt gyorsító feszültség azonban azt eredményezi, hogy a megvilágított felületekből kilépő szekundér elektron eléri az érzékelőt. Az összes megvilágított felületelem tehát megjelenik a képen, függetlenül attól, hogy az érzé-

kelő közvetlenül rálát-e vagy sem. A kontrasztképződésben jelentős szerepe van az egyes felületelemek irányítottságának, a csúcsok és élek pedig kitüntetett helyzetben vannak [11]. A szekundér elektronokkal alkotott kép részletdús. Minden egyéb leképezéssel szemben igen kedvező tulajdonsága a nagy mélységélesség (50—100 μm).

Nagyenergiájú visszavert elektronok

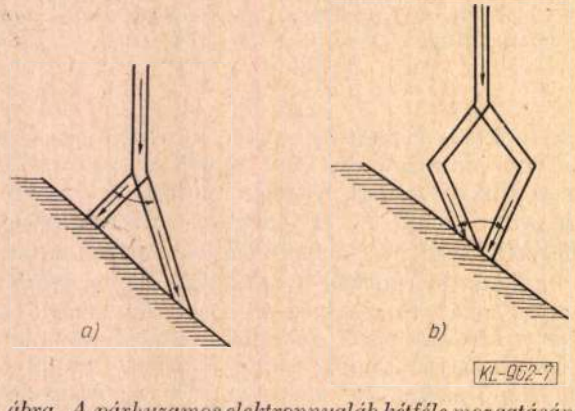
A visszavert nagy energiájú elektronok már a minta belsejéből, néhány ezer Å vastag rétegből származnak. *Bethe* elmélete szerint az egyes elemek visszaverő képessége (η=visszavert elektronok száma/beeső elektronok száma) a rendszámtól függ, s közelítőleg [11] az

$$\eta = \frac{7Z - 80}{14Z - 80}$$

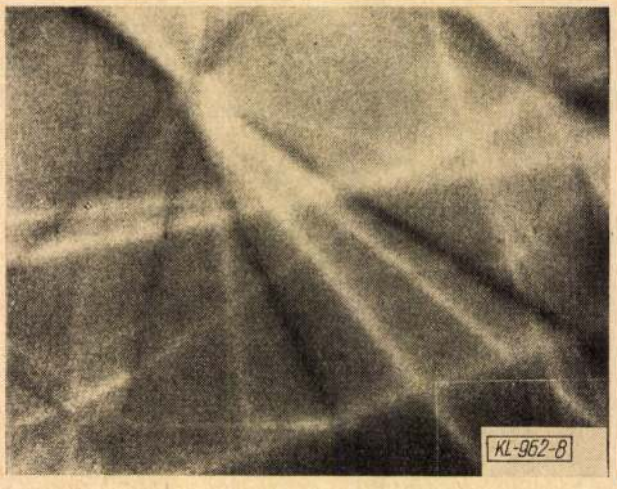
összefüggéssel írható le. A Z a rendszámot jelenti. A visszavert elektronok felfogásával tehát tájékoztatást nyerünk a kémiai összetétel eloszlására is, hiszen a felületi, néhány tíz Å vastag szennyező réteg e hatást már nem fedi el. Kvantitatív elemzést azonban csakis sík területen és hitelesítés segítségével végezhetünk.

Jelentős felismerés volt, hogy a kristályos anyagok visszaverő-képessége attól is függ, hogy az elektronnyaláb a kristályt milyen kristálytani irányban éri [12]: egyes irányokban a visszaverőképesség ugyanis nagymértékben lecsökken (ha az elektronok iránya párhuzamos az alacsony indexszű síkok irányával), míg másokban a visszaverőképesség megnő. E *csatornahatásnak* nevezett jelenség következtménye a visszavert elektronokkal alkotott képen megjelenő sötét és világos csíkok sokasága, amely akkor jön létre, ha az egykristály felületét érő párhuzamos elektronnyaláb beesési szögét széles tartományban (1—5 fok) változtatjuk. A vonalrendszerből az egykristály szerkezetét és orientációját határozhatjuk meg, illetve annak hibás vagy hibátlan voltára következtethetünk.

A megvilágítás szögének kétfajta változtatási lehetőségét mutatja a 7. *ábra*. Az *a* esetben kis 50—100×-os nagyítás mellett, az 1—2 mm nagyságú leképezett felületen a pásztázó párhuzamos elektronnyaláb beesési iránya tág szögtartományban változik. Ez a módszer nagy egykristályok



7. ábra. A párhuzamos elektronnyaláb kétféle mozgatásának módja a kristályszerkezet vizsgálatára alkalmas csatornahatás esetén



8. ábra. A 45° alatt megdöntött Si-egykristály felületén kis nagyítás mellett a csatornahatás következtében kialakuló vonalrendszer. (Felvétel: Barna Péter, Csanády Andrásné és Groma Géza. A FKI JSM-U3 készülékén.)

ellenőrzésére alkalmas. A *b* esetben a párhuzamos nyaláb helyzetét nem, de beesési irányát a beesés talppontja körül változtatjuk. Az 5 μm-nél nagyobb kristályokból felépült, polikristályos minta egyes kristályainak orientációját, hibáit, kristályszerkezetét; ezeknek hő vagy mechanikai behatásra bekövetkező változását határozhatjuk meg az utóbbi módszerrel.

A csatornahatás szemléltetésére a 8. *ábrán* egy Si-egykristály felületéről az *a* módszerrel készült felvételt mutatunk be.

A visszavert elektronokkal alkotott kép tehát inkább a minták összetételének, illetve az egyes kristályok irányítottságának eloszlására lesz jellemző, mint a vizsgált felület szerkezetére.

A szekundér és visszavert elektronokat a tárgy és az észlelő közé adott elektromos erőtér irányának megváltoztatásával (fékező vagy gyorsító tér) választhatjuk szét.

A karakterisztikus röntgensugárzás

A beeső nagyenergiájú elektronok az atomokhoz kötött elektronokkal való ütközésükkor energiájuktól függően különböző kvantumállapotokat gerjeszthetnek. Az elektronoknak az alapállapotba történő visszaesésekor karakterisztikus röntgensugárzás keletkezhet, melynek hullámhossza

$$\lambda = \frac{he}{\Delta E}$$

ahol h a Planck-állandó, e az elektronok töltése, ΔE a két kvantumállapot közötti energiakülönbség. A ΔE értéke, s így a kilépő röntgensugárzás hullámhossza anyagi jellemző.

A karakterisztikus röntgensugárzás hullámhosszát kristályspektrométerrel, vagy energiára is érzékeny félvezetőérzékelővel határozzuk meg. A hullámhosszakból a jelenlévő elemeket, a sugárzás erősségéből pedig azok mennyiségét állapíthatjuk meg.

Az olyan készülék tehát, amely röntgenspektrométerrel is fel van szerelve, alkalmas arra, hogy a felület szerkezetét bemutató képhez az egyes elemek eloszlását is meghatározzuk.

Néhány példa a pásztázó elektronmikroszkóppal végezhető vizsgálatokra

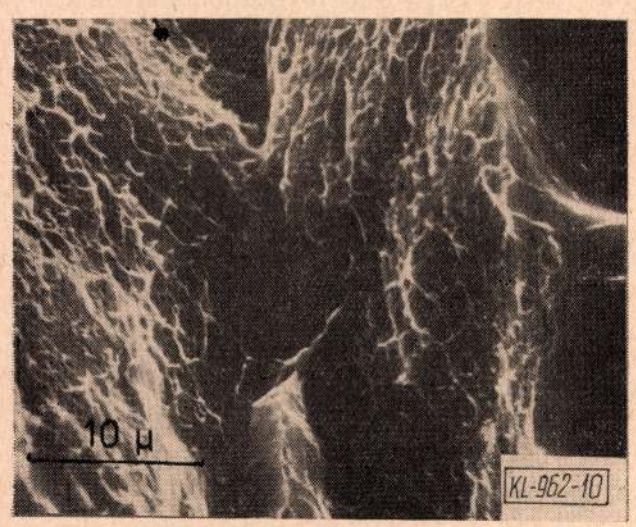
Töretfelületek vizsgálata (elektronfraktográfia)

Mint ismeretes, az elektronfraktográfia az átvilágító elektronmikroszkóp közvetett, lenyomatos eljárása segítségével valósult meg. Az elmúlt két évtizedben hatalmas felvétel- és értelmező anyag gyűlt fel. Az egyes anyagféleségek különböző feltételek mellett előállított töretfelületeinek mikroszerkezetéből kísérelnek meg általános következtetéseket levonni a törések megindulására, kifejlődésére és terjedésére, tehát a törésmechanizmusra vonatkozóan.

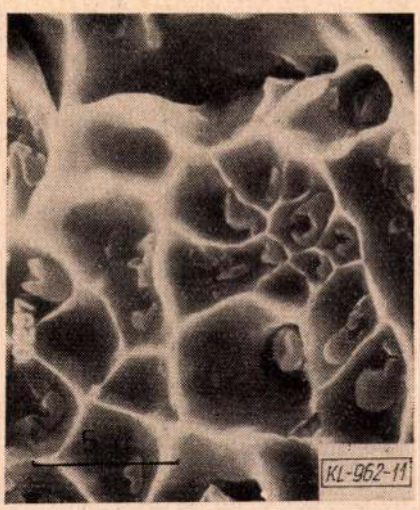
A pásztázó elektronmikroszkóp alkalmazása a jelenségkör megismerésének lehetőségeit nagy mértékben bővítette. A felületek közvetlen vizsgálatának ugyanis több előnye van:

1. Műtermék- és torzulásmentesség.
2. A nagy mélységélességet igénylő durva felületek, elsősorban mély üregek zavartalan vizsgálatának lehetősége.
3. Az eltérő anyagi összetételű fázisok egyszerű és gyors azonosítása.
4. A repedés teljes folyamatának követhetősége.

9. ábra. Nagyfolyáshatárú hegesztő acél fáradt repedésében található zárvány. Működési mód: szekundér-elektron. (Felvétel: Csanády Andrásné, FKI)

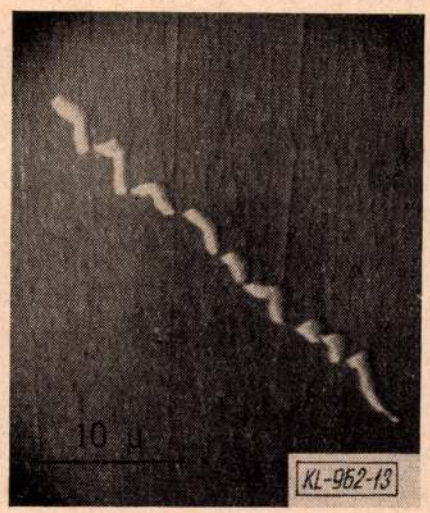


10. ábra. Alumínium ötvözet törete (AlMgSi). Működési mód: szekundér-elektron. (Felvétel: Csanády Andrásné, FKI)



11. ábra. Acéltöret szívós, üreges szerkezete, az üregekben kiválásokkal. Működési mód: szekundér-elektron. (Felvétel: Csanády Andrásné, FKI)

12. ábra. Finomra polírozott gyorsacél felülete. A visszavert elektronokkal készített felvétel a karbidfázisokat szemlélteti. A vonal mentén mért intenzitásgörbe az elemzés hatékony segédeszköze. (Felvétel: Gémesi Mihály, FKI)



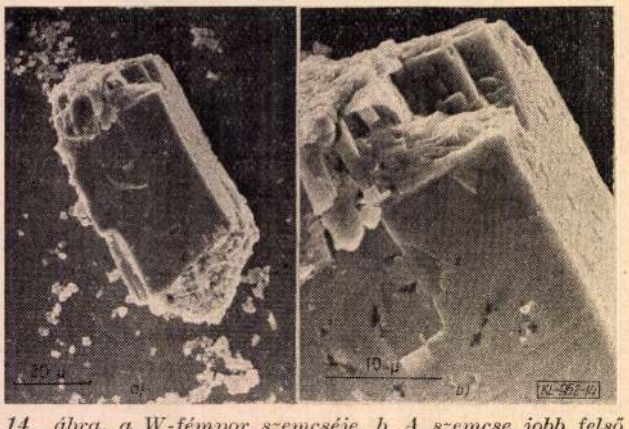
13. ábra. Maratott vas-nikkel ötvözet, a szemcsehatáron zárványsorral. Működési mód: szekunder-elektron. (Felvétel: Csanády Andrásné, FKI)

5. A sztereofelvételek a szögmérés lehetőségét, továbbá a szerkezeti elemek egymáshoz kapcsolódásának vizsgálatát kínálják.

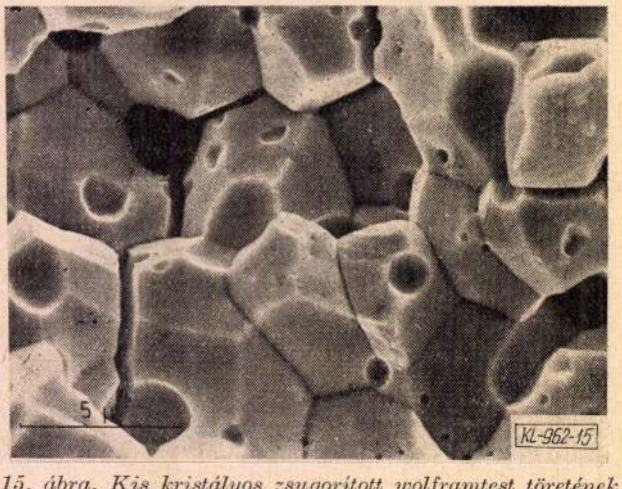
A *9. 10.* és *11. ábrán* néhány töretfelületről készült felvételt mutatunk be, amelyeken a fenti előnyök egy része jól tanulmányozható.

Csiszolt, polírozott és maratott felületek vizsgálata
(elektronmetallográfia)

A fénymikroszkópos metallográfia lehetőségei ugyancsak igen nagy mértékben bővültek. A pásztázó elektronmikroszkóp nagy mélységélessége a maratási műveletekkel szemben támasztott korábbi követelményeket csökkentette. Túl erősen vagy túl gyengén megmaratott minták egyaránt vizsgálhatók. A visszavert elektronos üzemmód, amely az alapkészülékekben is adott, kitűnő fázisvizsgáló módszer. Egyéb eljárásokkal hitelesítve, röntgenmikroanalizátor nélkül is használható, pl. karbid fázisok azonosítására *(12. ábra)*. A *13. ábrán* egy maratással előkészített vas-nikkel szemcsehatár menti zárványait plasztikusan mutatja a szekundér-elektron működési módban készített felvétel. Míg töretfelületeknél a minta felületének egyenetlenségei korlátozzák a felbontóképességet, s a vizsgálatot kis energiájú elektronnyalábbal célszerű végezni, addig a simára polírozott minták esetében a nagyenergiájú elektronsugár a kedvező.



14. ábra. a W-fémpor szemcséje. b A szemcse jobb felső része nagyobb nagyításban. (A felvételeket készítette: Barna Árpád, MÜFI, az NDK Tudományos Akadémia Halle-i Szilárdtestfizikai Intézetének készülékén)



15. ábra. Kis kristályos zsugorított wolframtest töretének felülete. Működési mód: szekundér-elektron. (A felvételeket készítette: Gémesi Mihály, Barna Péter FKI)

16. ábra. Elektrotechnikai célokra készült alumínium huzal alakítás közben kialakult felülete. Működési mód: szekundér-elektron. (Felvétel: Gémesi Mihály FKI)

Porok vizsgálata

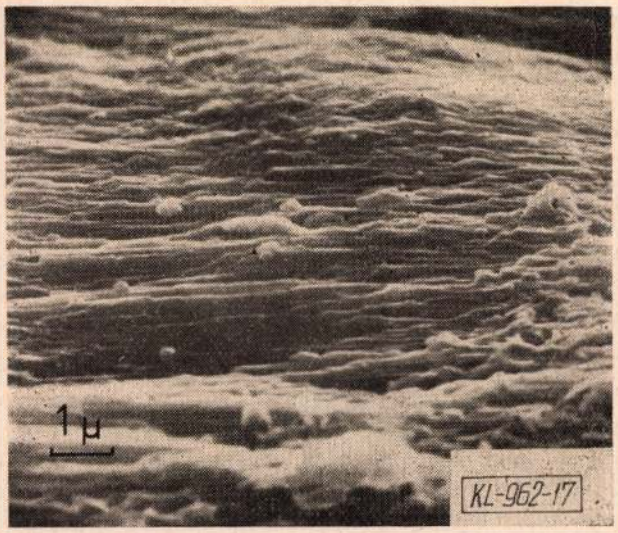
A felbontásból következő nagyítási tartomány, a felvételek „látszólagos térbeli" jellege, térhatást adó sztereo felvétel-párok készítésének lehetősége a pásztázó elektronmikroszkópot diszperz rendszerek, ezek közül is a porok ideális vizsgáló eszközévé avatja. Különösen nagy jelentőségű a közvetlen anyagvizsgálat a rosszul oldódó anyagok esetében. A fémkohászat különböző folyamatainak adott fázisaiban a fémes anyag is porállapotban van. A porállapotú anyagok felhasználásánál nemcsak a közös, együttes megjelenésben mutatkozó fizikai-kémiai tulajdonságok fontosak, de az egyes porszemcsék egyedi tulajdonságai is döntőek lehetnek. Az egyedi részecskék jellemzésénél az alábbiak jelentősek: *méret, alak, felületi szerkezet* (textúra), *porozitás, pórusalak, felületi szennyezettség, adszorbeált réteg, csomósodási hajlam, mikroszerkezet stb.* Mindezen tulajdonságok megismerése lehetségessé vált a pásztázó elektronmikroszkóp különböző működési módjai segítségével. A *14. ábrán* egy wolfram-porról, míg a *15. ábrán* egy zsugorított, apró kristályos wolfram-rúd töretfelületéről készült felvételt mutatunk be.

Fémek feldolgozásával kapcsolatos vizsgálati lehetőségek

A fémfelületek mozgalmas mikroszerkezetet mutatnak nemcsak belső szerkezetüket előhívó törés vagy maratás útján, hanem a *megmunkálási folyamatok* következtében is. Minden külső kezelés rajta hagyja az anyagon a művelet lenyomatát. Ez a lenyomat a későbbi feldolgozásnál kedvező vagy kedvezőtlen hatással lehet, korróziós kár, illetve töréshez vezető repedés kiindulásává válhat. A szerkezeti elemek elhasználódása is a felületek roncsolódásával jár. A pásztázó elektronmikroszkóp alkalmas ilyen felületi kérdések vizsgálatára is *(16. ábra)*.

Felületi rétegek vizsgálata

Kedvelt vizsgálati terület mindenféle felületi réteg (mesterségesek a galvanikus úton felhordott, vákuumpárologtatott; illetve természetesek az



17. ábra. Alumínium felületén kialakított eloxált réteg törete. Működési mód: szekundér-elektron. (Felvétel: Csanády Andrásné, FKI)

oxidok vagy az egyéb korróziós folyamat során kialakult rétegek) tanulmányozása. Ezeknél a vizsgálatoknál jól kihasználható a minta dinamikus megfigyelési lehetősége a különböző atmoszférákban való hőkezelés, vagy mechanikai terhelés közepette, továbbá a közvetlen elemanalízis és a szekunderkép nagy mélységélessége *(17. ábra)*.

Értékelés

Dolgozatunkban a pásztázó elektronmikroszkóp működését, a vele végzehető vizsgálatok alapjait mutattuk be, s felhasználására néhány példát hoztunk. A felsorakoztatott adatok a jelenleg gyártott készülékekre jellemzőek. Számos esetben kiemeltük a készülékkel végezhető vizsgálatok előnyeit. Lényegesnek tartjuk azonban annak leszögezését, hogy a ma kapható pásztázó elektronmikroszkópok legújabb típusaival sem érhető el az a felbontás felületek vizsgálatakor, amilyen a jóminőségű egylépéses lenyomatokról készült átvilágító elektronmikroszkópos felvételeken adódik. Az erősen durva szerkezetű felületek esetében figyelembe kell vennünk, hogy a pásztázó elektronmikroszkóp felbontását nem a készülék által adott lehetőségek, hanem a vizsgált szerkezet határozza meg. A pillanatnyi helyzet szerint a két módszer kiegészíti egymást, s mindig a feltett kérdés szabja meg, hogy melyik eszközt s ezen belül is melyik vizsgálati eljárást és milyen nagyítást kell választanunk.

A várható fejlődés

Az első szempont az, hogy igen gyors. A pásztázó elektronmikroszkóp esetében két irányban is: Egyrészt a nagy vákuumban 10^{-5}—10^{-6} *Torr*-ral dolgozó készülékeknél a feloldás növelése irányában és az átvilágításos vizsgálat feltételeinek javítása érdekében. Ma úgy ítélhető meg, hogy a készülékkel reflexióban elérhető lesz a 60—70 Å-ös, míg átvilágítással a 20—30 Å-ös feloldás. Kiemeljük, hogy a felületek szerkezetének leképezésénél szekunder elektronokkal történő képalkotásnál a feloldóképesség növelésének elvi határa van. A visszaszórt elektronok hatása és szekunder elektronok diffúziós hossza ($\sim$ 50 Å) szabja ezt meg végső soron. A megvilágítónyaláb átmérőjének csökkentésével — az elektronoptika további javításával — egy határon túl már nem csökken. Másrészt bizonyosan kifejlesztik az UHV (10^{-8} Torr) nyomástartományban dolgozó készülékek sorozatban is gyártható típusát, mely eléri majd átvilágításban az 5—10 Å-ös feloldást, s Auger elektronokkal felületi rétegek kémiai elemzésére is alkalmas lesz [13].

Gyors módosulás várható a hagyományos elektronmikroszkóp fejlődési irányában is. Kiegészítik azokat — az első lépések már meg is történtek — a pásztázó vizsgálatok végzésére alkalmas berendezésekkel.

Mindez arra mutat, hogy abban az időszakban élünk, amikor egy-egy elektronmikroszkóp igen gyorsan, néhány év alatt elveszti korszerűségét. A készülékek egyre bonyolultabb felépítése, a vizsgálatok összetett volta, s azok megtervezése és a mérési eredmények értékelése a készülékek használóival szemben is új igényeket támaszt, ha valóban hatékony és hasznos munkát kívánnak végezni.

IRODALOM

[1] *Várhegyi Gy.:* Bányászati és Kohászati Lapok, Kohászat *104* (1971) 495. *Barna P.:* Félvezetők vizsgálata mozgatottnyalábú elektronmikroszkóppal. Tanulmány, MŰFI 1968.
[2] *Monkoff, J.:* J. Material Science 2 (1967) 388.
[3] *Bingle, W. D.—Menzonelli, C.:* J. of Metals *23* (1971) 54.
[4] *Minkoff, I.—Nixon, W. C.:* J. Appl. Phys. *37* (1966) 4848.
[5] *Wittry, D. B.:* 3rd. SEM Annual Conference 1970 Chicago; 411. oldal.
[6] *MacDonald, N. C.—Marcus, M. L.—Palmberg, P. W.:* mint fent 27. oldal.
[3] *Swift, J. A.:* Rep. on the Progress of Appl. Chemistry *54* (1969) 637.
[8] *Knoll, M.—Ruska, E.:* Ann. Physik *12* (1932) 607. *von Borries, B.—Ruska, E.:* Z. wiss. Mikrosk. *56* (1939) 317.
[9] *Knoll, M.:* Z. Techn. Physik *16* (1935) 467., *M. von Ardenne:* Z. für Physik *109* (1938) 37.
[10] *Crewe, A. V.:* Berichte der Bunsen-Gesellschaft *74* (1970) 1181.
[11] *Thornton, P. R.:* Scanning Electron Microscopy. Chapman and Hall Ltd. 1968.
[12] *Booker, G. R.—Shaw, A. H. B.—Whelan, M. J.—Hirsch, P. B.:* Phil. Mag. *16* (1967) 1185., *G. R. Booker:* 4th SEM Annual Conference 1971, Chicago, 465 oldal.
[13] *MacDonald, M. C.:* Appl. Phys. Lettres *16* (1970) 76.

Gazdaságos csiszolatkészítés mikroszkópi vizsgálatokhoz

Dr. KLAUS BARTELD
Witteni Nemesacélmű, NSZK

DK: 621.78 : 669.14 : 620.182.2 : 620.18

A nemesacélmű termékeinek folyamatos javítása érdekében egyre szerteágazóbb és alaposabb minőségellenőrzés szükséges. Az ellenőrzésnek fontos eszköze a metallográfiai vizsgálat. Így ellenőrzik a hőkezelés utáni szövetszerkezetet, a salakosságot, a felületi dekarbonizációt, a különböző szövetelemek arányát és a szemcsenagyságot. A felsorolt vizsgálatokhoz szükséges több mint napi 1000 csiszolat gazdaságosan csak automatizálással állítható elő.

A nemesacélmű a termékeivel szemben támasztott, egyre növekvő igényeket csak a minőségellenőrzés fokozatos fejlesztésével elégítheti ki. A minőségellenőrzés egyik fontos eszköze a metallográfiai vizsgálat. Ha komoly mennyiségű próbán kell naponta szövetvizsgálatot végeznünk, a hagyományos próbaelőkészítő eljárások már gazdaságtalanná válnak.

Az egyenként, kézi úton készített csiszolatok minősége gyakran eltér egymástól; a minőség romlása pedig különösen szembetűnő, ha az elkészítendő próbák számát növeljük. Az ilyen fajta próbaelőkészítés tetemes munkaerő-kapacitást köt le. Ha napi 100 próbát kell előkészíteni, a szokásos metallográfiai berendezések már reménytelenül akadoznak. Amennyiben egy nagyüzemben alapos minőségellenőrzést kívánunk folytatni, napi 1000 csiszolatra is szükség van. Ez esetben nem marad más lehetőségünk, minthogy a próbaelőkészítést automatizáljuk. Így elérhető, hogy a metallográfiai vizsgálatok ne növeljék lényegesen a termék előállítási költségét és a csiszolatok minősége is egyenletes lesz.

A következőkben bemutatom a Witteni Nemesacélműben használatos próbaelőkészítő sort. Ennek kapacitása — függetlenül az elkészítendő darabok méretétől — napi 2000 próba. A kapacitás csekély beruházással tovább növelhető. Jelenleg részlegünknél öt párhuzamos munkahelyen, két műszakban, 10 fős személyzet dolgozik. A próbák mikroszkópi kiértékeléséhez és az eredmény feljegyzéséhez 10 mikroszkópizáló helyet rendeztünk be, itt is 10 személy dolgozik. Ezzel a beosztással műszakonként 1000 próbát tudunk előkészíteni és értékelni.

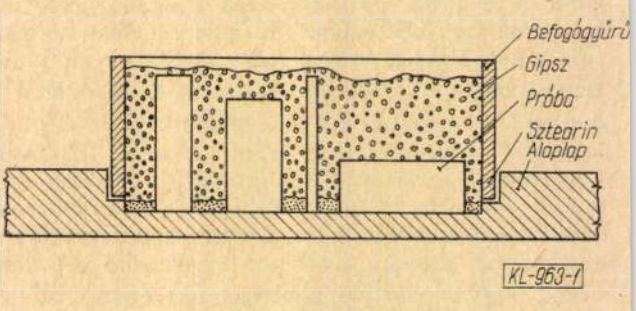
Az alkalmazott, gépesített csiszolatkészítés előnye az is, hogy a próbák széle nem gömbölyödik le, ami kézi előkészítésnél elkerülhetetlen volna. Különösen akkor érezzük ennek jelentőségét, ha nagy mennyiségben kell, például lágyított huzalok felületi dekarbonizációját ellenőrzni. Ilyen vizsgálatnál a csiszolat minősége eleve meghatározza a kiértékelhetőséget.

A hagyományos anyagvizsgálati részlegben a próbákat egyre finomabb csiszolókorongon csiszolják, közben 90°-kal forgatják. Egy-egy korongon addig kell csiszolni, amíg az előző csiszolópapír okozta karcok el nem tűnnek. Részlegünkben a csiszolat készítésnek ezt a módját csak esetleges utólagos csiszoláshoz használjuk, ha például valamilyeoknál fogva a maratás nem sikerül; vagy ha a vizsgálat során a csiszolat síkjában anyaghiba bukkan fel.

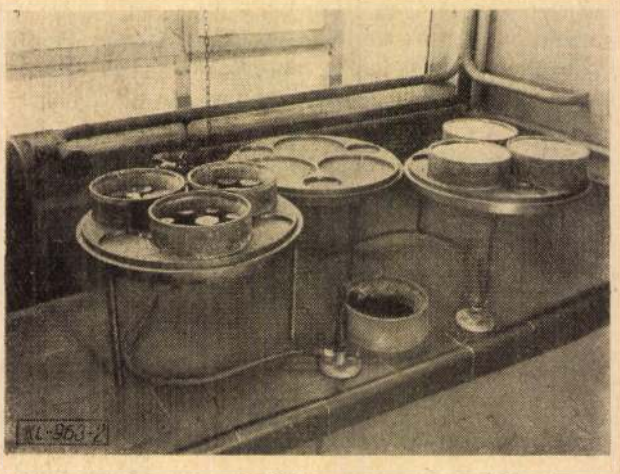
A próbák beágyazása

A gépesített csiszolatkészítés első lépése a próbák beágyazása. Ennek módját az *1.* és *2. ábra* mutatja. A beöntés valamilyen fémből készült alaplapon történik. Az alaplap kialakítása a 2. ábrán jól látható. Egy-egy alaplapon három-három, kétféle átmérőjű, kör keresztmetszetű mélyedést esztergáltunk ki. A mélyedésekben 3 mm magas, ugyancsak kör alakú peremet hagytunk meg, melyre a beágyazáskor a befoglaló gyűrűt állítjuk. A befoglalás menete a következő:

Az alaplapot alulról gázégővel melegítjük, miközben a kiesztergált üreg alját folyékony sztearinnal töltjük meg. A peremre ráállítjuk a befoglaló gyűrűt. A gyűrű belsejében elhelyezzük az előkészítendő próbákat úgy, hogy azok csiszolandó felületükkel a sztearinban álljanak. A gázégőt kikapcsolva a sztearin megfagy és a próbák stabilan állnak. Ezután a gyűrűben maradó üreget sűrűn folyó gipsszel öntjük ki. Körülbelül 10—15 perc elteltével a gipsz megköt és mivel eközben kitágul, szorosan tartja a próbákat. A gyűrű a beágyazott



1. ábra. A próbák beágyazásának vázlata



2. ábra. A próbák beágyazásának módja

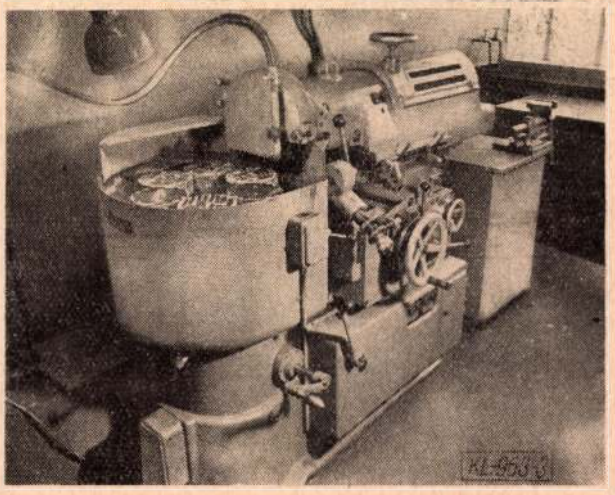
próbákkal együtt az alaplapról leemelhető és azonnal használható.

A jó helykihasználás céljából egy-egy gyűrűbe többféle próbatestet is elhelyezhetünk. Egyazon foglalatban készíthetünk csiszolatot lemezről és drótról, de ha a jó helykihasználás úgy kívánja, ugyanebbe a gyűrűbe még valamilyen korong alakú próbatestet is befoglalhatunk. Egyetlen kikötés, hogy a próba nem lehet magasabb a gyűrűnél.

Köszörülés

A próbák 3 mm-re kiállnak a gyűrű homloksíkjából, így gépi úton köszörülhetők. Minden esetben hat, teljesen egyforma gyűrűt köszörülünk egyidejűleg. Ennek megfelelően minden köszörülési művelethez két alaplap gyűrűit használjuk.

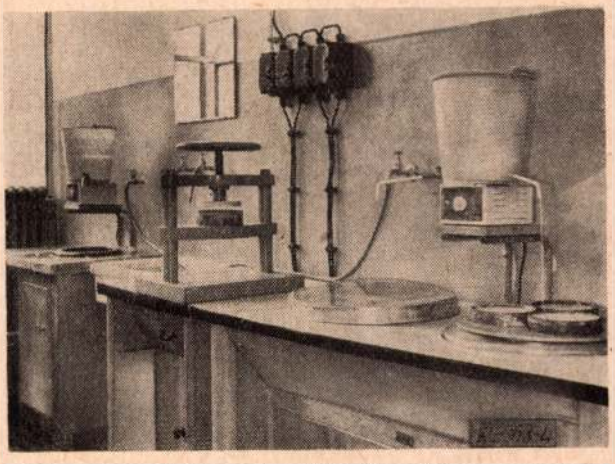
A gépesített próbaelőkészítés fontos eszköze a *3. ábrán* bemutatott, forgóasztalos köszörűgép. A hat gyűrűt forgóasztalon mágnesesen rögzítjük. Az asztal forgatásával és a köszörű előtolásával először durva kővel köszörülünk. Ezután a követ finomabbra cseréljük és egyidejűleg a próbákat 90°-kal elforgatjuk. Ha a művelet végén a köszörűkorongot előtolás nélkül hagyjuk kifutni, a próbák pereme éles marad, legömbölyödésnek nyoma sem látszik. Ilyen minőségű próba kézi csiszolással még akkor sem készíthető, ha próbabefogót használunk. Miután a gyűrűket a köszörűgépből kiszedtük, a rájuk tapadt port folyó vízzel lemossuk.



3. ábra. A próbák köszörülése forgóasztalos köszörűgépen

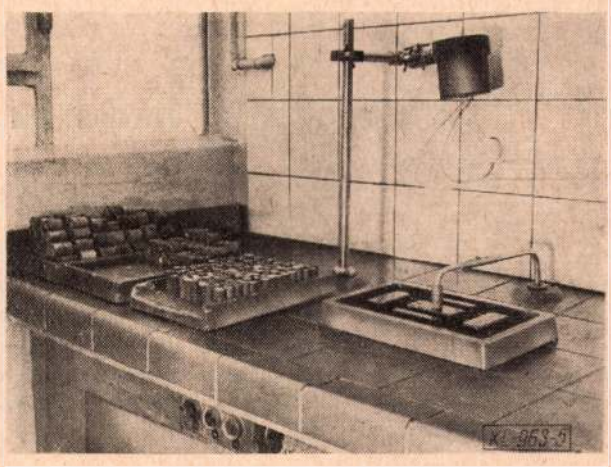
Fényesítés

Ennél a műveletnél a hagyományos, filccel bevont fényesítő korongot használjuk. A berendezést a *4. ábrán* mutatjuk be. A készülékhez olyan sablont alkalmazunk, melybe a beágyazott csiszolatokat tartalmazó, három gyűrűt bele lehet állítani. A fényesítendő felületek természetesen most is alul vannak, így a próbák a saját súlyuknál fogva nehezednek a korongra. A tartó sablonban a gyűrűk lazán illeszkednek. Mivel a korong kerületi sebessége kívül nagyobb, mint belül, a gyűrűk a saját tengelyük körül is forognak. A korongok fölött mágneses keverőre kelyezett vödörből kerül a fényesítő folyadék a korongra; Al_2O_3 szuszpenziót használunk.



4. ábra. A próbák fényesítése

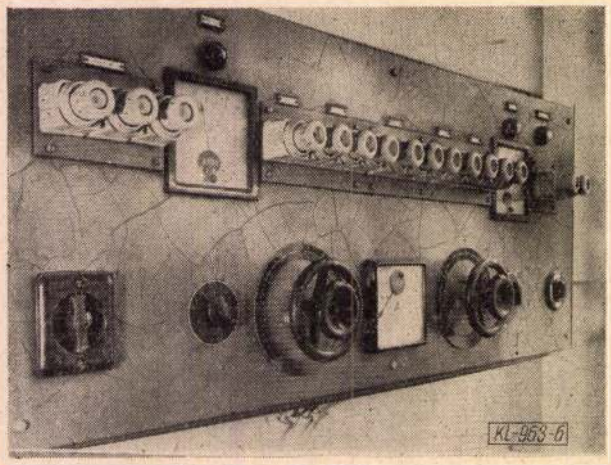
A fényesítés után, amely szintén tökéletesen éles peremű síkokat eredményez a próbákon, a gyűrűket a 4. ábra középső részén látható csavarsajtóval préseljük. Eközben a gipsz összetöredezik és a próbák a gyűrűből kihullnak. A kész csiszolatot lemossuk, szárítjuk, majd a vizsgálólapon található adatok alapján osztályozzuk.



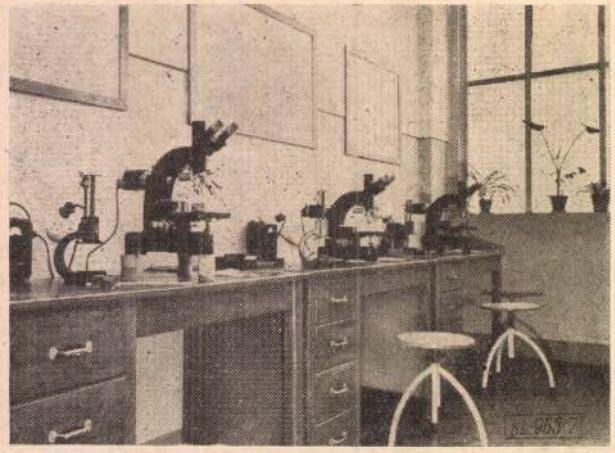
5. ábra. Elektrolitos maratás és fényesítés

Maratás

Az osztályozás azt a célt szolgálja, hogy a különböző anyagú, más-más vizsgálatra szánt próbák mindegyikét az előírásnak megfelelően tudjuk maratni. A maratást külön helyiségben végezzük Az elektrolitos marató és fényesítő berendezésünket az *5. ábrán* mutatjuk be. A készüléken előre, programszerűen beállítható a célnak legjobban megfelelő feszültség és idő érték. A berendezést az asztal alján látható vezérlő-nyomógombokkal hozhatja működésbe a kezelője. A készülék minden próbán egy maratott foltot készít. A programok beállítása a terem másik végében elhelyezett árameloszto szekrényben történik. A *6. ábrán* látható, hogy a finom munkát végző berendezés programszabályozó és kezelőszerveit „kohász" módra valósítottuk meg. A nagyméretű kézikerekek robusztussá, de egyben könnyen kezelhetővé teszik a készüléket.



6. ábra. Az elektrolitos maratő készülék kezelő szervei



7. ábra. Mikroszkopizáló helyiség az asztalok fölött összehasonlító és értékelő táblákkal

A csiszolat kiértékelése

A *7. ábrán* az a helyiség látható, amelyben a csiszolatok kiértékelése folyik. Az értékelés sorban elhelyezett, egyforma mikroszkópokon történik. A mikroszkóp fölé kifüggesztettük azokat az értékelő táblázatokat, melyekkel a mikroszkópi képet összehasonlítva, a dolgozó különböző számjegyekkel jellemzi a próbát. A célszerű adatfeldolgozás érdekében a próbát kísérő vizsgálati lapra csak egy négyjegyű szám kerül [1].

Általános megjegyzések

Az ismertetett próbaelőkészítő eljárást üzemünkben 1960-ban vezettük be, berendezéseink azóta kifogástalanul működnek. Az elvet hengerművi anyagvizsgálók dolgozták ki még a 30-as években és az SKF Schweinfurt 1939-ben szabadalomként közölte.

Érdemes megfigyelni, hogy a műveletek során szinte kizárólag olcsó anyagokat használunk fel (gipsz, sztearin, timföld). Egy próba átlagos átfutási ideje 2 óra, de ez az idő kedvező esetben 1 órára rövidülhet. Azokat a csiszolatokat, melyekről felvétel készül, vagy amelyek kísérleti célokat szolgálnak, esetenként gyémánttárcsával is utánmunkáljuk.

A rövid bepillantás, melyet a mikroszkópi csiszolatkészítés ezen speciális területére tettünk, bebizonyítja, hogy a gépesítés és automatizálás a metallográfiai laboratóriumban is a növekvő mennyiségi igények kielégítését, a jobb minőség és az alacsonyabb költségszint elérését szolgálja.

IRODALOM

[1] *Barteld, K.:* Minőségellenőrzés egy nemesacélműben. BKL-Kohászat *104* (1971) 559—564. old.

A megeresztés hatása az edzett acél tulajdonságaira

POCSAJI LÁSZLÓ okl. fizikus
Vasipari Kutató Intézet,

DK: 669.181-156: 621.785.7:620.178

A cikk az edzett acél megeresztésekor lejátszódó keménységváltozás jellemzésére új típusú 1g i—1/t koordináta tengelyű megeresztési diagramot mutat be, és röviden ismerteti a kísérleti eredményeknek a diagram összeállításához szükséges matematikai feldolgozását.

Bevezetés

Az egyensúlyitól eltérő állapotú acéloknak az A_1 hőmérsékletét el nem érő hőmérsékletű hőkezeléseit — tágabb értelemben — megeresztésnek nevezzük. Legerősebb változást a megeresztés során a martensitben lehet tapasztalni. Szűkebb értelemben vett megeresztésen az edzett, martensites, maradék austenites acél A_1-nél kisebb hőmérsékletű izzítását értjük [1]. Az edzett acél megeresztésének célja a martensites állapottal járó keménység és ridegség csökkentése. A megeresztésnek négy lépcsőjét szokás megkülönböztetni [2]:

1. A 200 °C-nál kisebb hőmérsékletű megeresztéskor a Fe_3C-től eltérő összetételű és rácsszerkezetű ε-karbid képződik, miközben a tetragonális martensit torzítottsága csökken (köbös martenistté válik).

2. Az M_s és M_f közé eső hőmérsékleteken való megeresztés során a maradék austenit bainitté alakul.

3. A kb. 200 °C-t meghaladó hőmérsékletű megeresztéskor az ε-karbidot, valamint a kis karbontartalmú α'' martensitet fokozatosan ferrit és cementit (szferoidit) váltja fel a szövetben.

4. A megeresztés negyedik lépcsőjéről csak karbidképző elemekkel ötvözött acélok esetében beszélhetünk. Ennek során a vaskarbid eltűnik a szövetből, és helyette az ötvözőfém állandóbb karbidja (komplex karbid) jelenik meg.

A megeresztés egyes lépcsői nem különülnek el élesen, átfedhetik egymást.

A szilárdsági tulajdonságok és a megeresztés kapcsolata

A megeresztés célja az acél szilárdsági jellemzőinek célszerű megváltoztatása, tehát a megeresztési folyamatot például a szilárdsági jellemzők (keménység, szakítószilárdság stb.) mérésével követhetjük. A megeresztés folyamatát igen gyakran tanulmányozzák a keménység változása alapján [3, 4]. Az acél keménysége a megeresztés hőmérsékletétől és időtartamától függ. A megeresztés hőmérséklete, időtartama és az acél keménysége közötti összefüggéseket diagramba foglalva, különböző típusú megeresztési diagramokat kapunk.

Elvileg a megeresztés paramétereit tartalmazó megeresztési diagramnak egy háromtengelyű diagramnak kellene lennie, ahol az egyes tengelyeken valamilyen szilárdsági jellemző (például *keménység*), a megeresztés *hőmérséklete* és *időtartama* van feltüntetve. Gyakran megeresztési diagramnak egy olyan diagramot fogadtak el [3], amely tulajdonképpen a háromtengelyű megeresztési diagram valamilyen állandó (előre megadott) idejű metszetének tekinthető. A diagramból leolvasható, hogy milyen hőmérsékleten kell végezni a megeresztést az acél meghatározott keménységértékének eléréséhez, adott időtartam mellett. Természetesen a megeresztési időtartam változtatásával bármilyen nagyszámú állandó idejű diagramot határozhatunk meg, viszont több állandó idejű metszetből összetevődő háromtengelyű megeresztési diagram elkészítése még egy-egy adott acélminőségre vonatkozóan is hosszú és munkaigényes feladat.

Célszerűbbnek látszik olyan megeresztési diagramnak a használata, amely a szilárdsági jellemzőknek megeresztésekor végbemenő változását a megeresztés hőmérsékletét (t) és idejét (i) is tartalmazó (p) paraméter függvényben mutatja [4]. A p paramétert a [4] alapján a következő alakban írhatjuk fel:

$$p=t\,(1+k\cdot\lg i) \tag{1}$$

ahol t a megeresztés hőmérséklete, °C; i a megeresztés időtartama, sec; k a mérési eredményekből meghatározandó, anyagminőségtől függő állandó.

A megeresztés után az acél keménysége (HV) és az (1) összefüggéssel definiált p paraméter közötti összefüggés lineárisan jól közelíthető [4].

$$HV=m\,p+b=m\cdot t\,(1+k\cdot\lg i)+b \tag{2}$$

HV a Vickers-keménység; m, b pedig a mérésekből meghatározandó állandók.

Az m, b állandókat (valamilyen közelítő, előre felvett k érték mellett) a (2) összefüggés alapján a mérési pontok regressziós analízisével tudjuk meghatározni. A regressziós analízisnél megkövetjük, hogy a (2) összefüggéssel leírt felület, valamint a kísérletileg meghatározott egyes keménység (HV_i) – hőmérséklet (t_i) – idő (i_i) értékek által definiált pontok közötti távolságok négyzetösszege (E) minimális legyen (adott k mellett). Ebben az esetben az m, b állandókra (előre felvett k érték mellett) adódik:

$$m=\frac{n\sum_{i=1}^{n}p_iHV_i-\sum_{i=1}^{n}p_i\sum_{i=1}^{n}HV_i}{n\sum_{i=1}^{n}p_i^2-\left(\sum_{i=1}^{n}p_i\right)^2} \tag{3}$$

$$b=\frac{\sum_{i=1}^{n}p_i^2\sum_{i=1}^{n}HV_i-\sum_{i=1}^{n}p_i\sum_{i=1}^{n}p_iHV_i}{n\sum_{i=1}^{n}p_i^2-\left(\sum_{i=1}^{n}p_i\right)^2} \tag{4}$$

ahol n a különböző hőmérsékletű és időtartamú megeresztések száma, és $p_i=t_i(1+k\cdot\lg i_i)$.

A (2) képlettel leírt felület és a kísérletileg meghatározott egyes keménység (HV_i) –, hőmérséklet (t_i) –, időértékek (i_i) által definiált pontok közötti távolságok minimális négyzetösszege (E), valamint a (3) és (4) képletekkel definiált m, b állandók értéke függ az analízis során felvett k értéktől. Ezért az m, b állandók helyes értékeinek meghatározására különböző közelítő k_1, k_2, k_3.. értékeket kell felvenni, majd ezek mindegyikével külön-külön elvégezni a regressziós analízist. Nyilvánvalóan minden k_i értékhez tartozik valamilyen, meghatározott E_i, m_i, b_i érték. Az összetartozó k_i, E_i értékek alapján meghatározhatjuk az $E=E(k)$ függvényt, amely parabolával jól közelíthető. Az $E=E(k)$ függvényből egyszerűen $(dE/dk=0)$ határozható meg az E_{min}-hez tartozó optimális k-érték, a k_{opt}.

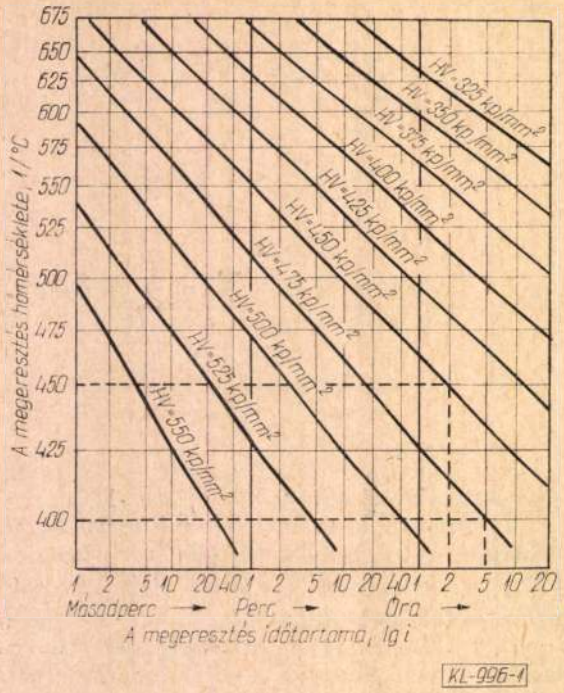
Az így megállapított k_{opt}-t írjuk a (2) összefüggés k-értékének helyébe, majd az m, b állandók értékének (m_{opt}, b_{opt}) meghatározására ismételten regressziós analízist végzünk ($k=k_{opt}$ mellett).

Az m_{opt}, b_{opt} és k_{opt} értékeknek a (2) összefüggésbe való megfelelő helyettesítése, és a (2) összefüggés átrendezése után adódik:

$$\frac{1}{t}=\frac{m_{opt}\cdot k_{opt}}{HV-b}\lg i+\frac{m_{opt}}{HV-b} \tag{5}$$

A gyakorlati hőkezelések során gazdasági szempontok határozzák meg, hogy az előírt szilárdsági tulajdonságokat milyen hőmérsékletű és időtartamú megeresztéssel érjük el. Nagyon gyakran gazdaságosabb alacsony hőmérsékleten hosszabb ideig; vagy megfordítva, magasabb hőmérsékleten, rövidebb ideig megereszteni. Ezeket a szempontokat figyelembe véve célszerűbb olyan megeresztési diagram használata, amelyből gyorsan és pontosan megállapítható, hogy előre adott szilárdsági tulajdonság eléréséhez milyen hőmérsékletű és időtartamú megeresztést végezzünk az edzés után. Ilyen diagramot az (5) egyenlet segítségével állíthatunk össze. A diagram abszcisszáján a megeresztés időszükségletének logaritmusát, ordinátáján a °C-ban mért hőmérséklet reciprokát mérjük (felülről, lefelé). Az ordinátát a jobb kezelhetőség kedvéért alulról felfelé növekvő °C-os léptékkel látjuk el. Az így adódó $\lg i-1/t$ koordinátarendszerben az (5) összefüggés egyenessereget határoz meg.

Ha feltételként a megeresztés eredményeként létrejövő HV keménységet adjuk meg, az $\lg i-1/t$



1. ábra. Az 50 CV2 acél lg i—1/t koordinátájú megeresztési diagramja

koordinátájú diagramból azonnal megmondhatjuk, hogy adott hőmérsékleten mennyi ideig kell megeresztést végeznünk, vagy megfordítva, adott idejű megeresztéshez milyen hőmérsékletet válasszunk. Természetesen a megeresztés hőmérséklete, időtartama és a létrejövő keménység közötti összefüggés leolvasása semmivel sem bonyolultabb egy háromtengelyű megeresztési diagram állandó idejű metszetéből, de ennek a diagramnak az információtartalma a lg $i-1/t$ tengelyű diagramhoz viszonyítva kisebb. A lg $i-1/t$ tengelyű megeresztési diagram szerkesztéséhez matematikai összefüggést használtunk fel (lásd (5) összefüggés), tehát a diagramban az izokeménység vonalak tetszés szerinti sűrűséggel helyezhetők el, anélkül, hogy a mérések számát megnövelnénk. A megeresztés hőmérséklete, időtartama és a keménység közötti matematikai összefüggés meghatározásához szükséges számítások könnyen programozhatók számítógépre.

Az lg $i-1/t$ koordinátájú diagram meghatározására előzőekben leírt módszer általános jellegű. Megeresztéskor nemcsak az acél keménységének, de az acél más szilárdsági jellemzőinek változását is vizsgálhatjuk, és hasonló módon határozhatjuk meg a vizsgált szilárdsági jellemzőre érvényes lg $i-1/t$ koordinátájú diagramot.

Az lg i—1/t koordinátájú megeresztési diagram meghatározása 50CV2 acélminőségre

A megeresztési vizsgálatokat henger alakú, tömör 50CV2 acélminőségű próbákon végeztük. (A próbatestek magassága és átmérője egyaránt 10 mm volt.) A vizsgálandó próbatesteket 900 °C-on 30 percig austenitesítettük, ezt követően vízben edzettük. Különböző hőmérsékletű (350, 500, 650 °C) és időtartamú (6 s—24 óra) megeresztések után megvizsgáltuk a próbatestek HV keménységét. A mérések eredményeit az *1. táblázatban* foglaltuk össze. Megjegyezzük, hogy az edzett próbatestek kiinduló keménysége átlagosan $HV=722$ kp/mm² volt.

Különböző közelítő k (0,1—0,324) értékek felvétele után regressziós analízissel vizsgáltuk a (2) egyenlettel leírt felület, valamint a kísérletileg meghatározott egyes keménység-, hőmérséklet- és időértékek által deifiniált pontok közötti távolságok négyzetösszegét (E). A közelítőleg felvett k és a megfelelő E értékek közötti összefüggést jól közelítette az alábbi egyenletű parabola:

$$E=5{,}19\cdot10^5\,k^2-1{,}50\cdot10^5\,k+1{,}70\cdot10^4 \qquad (6)$$

A (6) összefüggést deriválva és nullával egyenlővé téve, meghatároztuk az eltérések minimális négyzetösszegéhez tartozó optimális k értéket a k_{opt}-ot, ez a $k_{opt}=0{,}1449$-nek adódott.

A $k_{opt}=0{,}1449$-et a (2) összefüggésben k helyett írva, az m, b állandókra a (3), (4)-nek megfelelően $m_{opt}=0{,}483$, $b_{opt}=785{,}68$-nak adódik.

A kapott m_{opt}, b_{opt}, k_{opt} értékeket az (5) összefüggésbe helyttesítve, a vizsgált acélminőségre vonatkozóan adódik:

$$\frac{1}{t}=\frac{0{,}483\cdot0{,}1449}{785{,}68-HV}\lg i+\frac{0{,}483}{785{,}68-HV} \qquad (7)$$

A (7) egyenlet alapján lg $i-1/t$ koordinátájú megeresztési diagramot állítottuk össze *(1. ábra)*, amelyből egyszerűen leolvasható az adott keménységre való megeresztéskor az összetartozó megeresztési hőmérséklet és időtartam.

Gyakorlati alkalmazás

A megeresztési diagram használhatóságát, az alkalmazás néhány lehetőségét jellemző példákon mutatjuk be:

a) Tételezzük fel, hogy 450 °C-on akarunk megereszteni 50CV2 acélminőségből készült anyagot és az acél keménységének a megeresztés után $HV=450$ kp/mm²-nek kell lennie. Kíváncsiak vagyunk, mennyi ideig kell megeresztést végezni.

1. táblázat

A megeresztés hőmérséklete °C	A különböző hőmérsékletű és időtartamú megeresztésekkel kapott HV keménységek 50CV2 acélnál, kp/mm²									
	6 s	18 s	1 min	3 min	10 min	300 min	1 h 20 min	3 h	8 h	24 h
350	590	579	579	566	550	538	543	534	525	511
500	519	481	463	454	429	415	394	393	393	373
650	450	393	398	377	370	337	318	290	256	242

A 450 °C-os izotermának és 450 kp/mm² izokeménység-vonalnak a metszéspontját az lg i tengelyre vetítve 2 órát kapunk. Ugyanilyen megeresztési hőmérsékletnél 525 kp/mm² keménység eléréséhez 20 s-ra van szükség.

b) Tételezzük fel, hogy 2 óráig akarunk megereszteni és az 50CV2 acél keménységének $HV = 450$ kp/mm²-nek kell lennie. Milyen hőmérsékleten végzünk megeresztést?

Az $i=2$ óránál az lg i tengelyre merőleges egyenesnek és a 450 kp/mm² izokeménység-vonalnak a metszéspontját a hőmérséklet tengelyre vetítve megkapjuk a megeresztés hőmérsékletét (450 °C).

c) Adott izotermának az izokeménység-vonalakkal képzett metszéspontjait az lg i tengelyre vetítve megkapjuk, hogy adott hőmérsékleten történő megeresztésnél különböző HV keménységértékek eléréséhez milyen megeresztési időtartamok szükségesek.

IRODALOM

[1] *Dr. Verő J.—Dr. Káldor M.:* Vasötvözetek fémtana. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1966, p 93.

[2] *Dr. Verő J.:* Ipari vasötvözetek metallográfiája, Akadémiai Könyvkiadó, Budapest, 1960, p. 337—356.

[3] *Lement, B. S.—Averbach, B. L. Cohen, M.:* Trans. A., Soc. Met. 46 (1954) p. 851.

[4] *Grange, R. A. Baughmann, R. W.:* Trans. A., Soc. Met., 48 (1956) p. 165.

Korszerű keményfém, mint a teljesítménynövelés egyik tényezője

Dr. F. KÖLBL

Plansee, Acélmű Ausztria

DK : 669.018.25 : 65.015.25

A keményfém mint anyag lényegesen hozzájárult az ipari fejlődés mai szintjének kialakulásához. Habár a keményfém közel 45 éve megjelent a piacon, felépítése és technológiai tulajdonságai még mindig nem képezik annyira a technika közkincsét, hogy olykor ne tekintenék valamiféle szuperacélnak. A cikk megkísérli ismereteinket az ötvözés és gyártás oldaláról némileg bővíteni és a keményfémet szöveti felépítésében is ismertetni. Szerző ismerteti a variációs lehetőségeket is, amelyek a keményfémek választékának ahhoz a széles struktúrájához vezettek, amely ma a keményfém fogalma alatt értendő, és amely a jelenlegi sokrétű alkalmazáshoz szükséges.

A wolframkarbid jelentősége a keményfémek szerkezetében

A fémes jellegű, nagy olvadáspontú kemény anyagokban a wolfram, titán és tantal karbidjainak különös jelentősége van. Közülük a wolfram tölt be kiemelkedő szerepet. A kereskedelemben szokványos minőségű keményfémek legalább 98%-a (WC) wolframmonokarbidot tartalmaznak és ennek kb. felére tehető a tiszta wolframkarbid-kobalt keményfém.

A wolframkarbid nyersanyagbázisa távolról sem olyan jól megalapozott, mint például a titánkarbidé, ezért gyakran felmerül az a kérdés, hogy voltaképpen miért is került éppen a wolframkarbid ilyen kivételes helyzetbe? Pusztán a wolframkarbid kevésbé keménységnövelő alkotó, mint néhány egyéb karbid. Nem a legkeményebb, sem a legstabilisabb karbid, különösen ami az olvadásnak termodinamikáját illeti. Jobban is oxidálódik, mint a titánkarbid, viszont kedvező a wolframkarbid kiváló hővezető képessége. Igen pozitív tényezőként jelentkeznek a wolframkarbid kristályok mechanikai tulajdonságai, nevezetesen nagy szilárdsága, különösen nagy nyomószilárdsága és igen nagy rugalmassági modulusza, amely a kb. 70 000 kp/mm² értékével a gyémánt után a legnagyobb az összes keménységképző alkotók közül. Legújabban azok a régi feltevések, hogy a wolframkarbid kristályok nem kifejezetten ridegek, hanem plasztikusan, anizotróp módon alakíthatók, kísérleti úton is beigazolódtak. A wolframkarbid másik előnye az egyéb karbidokkal szemben a szilárd kristálykötés szempontjából különösen kedvező krisztallitformái, amelyek alapján a keményfém hexagonális struktúrája keletkezik.

A wolframkarbidnak ezek a kedvező tulajdonságai különösen akkor érvényesülnek, ha kobalttal kombináljuk. A kobalt mint fém nem a különlegesen jó tulajdonságaival tűnik ki, porkohászati úton végzett párosítása a wolframkarbiddal azonban egyedülálló módon indokolja a keményfémek porkohászati metallurgiáját.

Bár a zsugorítás kémiai-kinetikai lefolyása még nem teljesen tisztázott, a wolframkarbid-kobalt rendszer két tényezőjét lehet a wolframkarbid-kobalt keményfémek kiváló szinterezési viselkedése szempontjából mértékadónak tekinteni.

Az első ezek közül a wolframkarbid kiváló nedvesíthetősége a kobaltnak jóval az olvadáspont alatt — a szintertesten belül, eutektikus összetételű — folyékony fázisával. Vascsoportbeli folyékony kötőfémekkel — ha nem is oly intenzíven — más karbidok is nedvesíthetők.

A másik mérvadó tényező a wolframkarbid reverzibilis oldódása a hőmérséklettől függő folyékony kobalt kötőanyagban (ez egyébként a legjobb az összes karbid-fém rendszerek között). A nedvesítésen túlmenően ez a folyamat a folyékony fázisban a szilárdan maradó karbidhalmaz vagy préselt munkadarab teljes kapilláris áthatolásáig terjed. A szilárd-folyékony-gáznemű állapot rendszerben uralkodó felületi feszültségviszonyok folytán a szintertest zsugorodik.

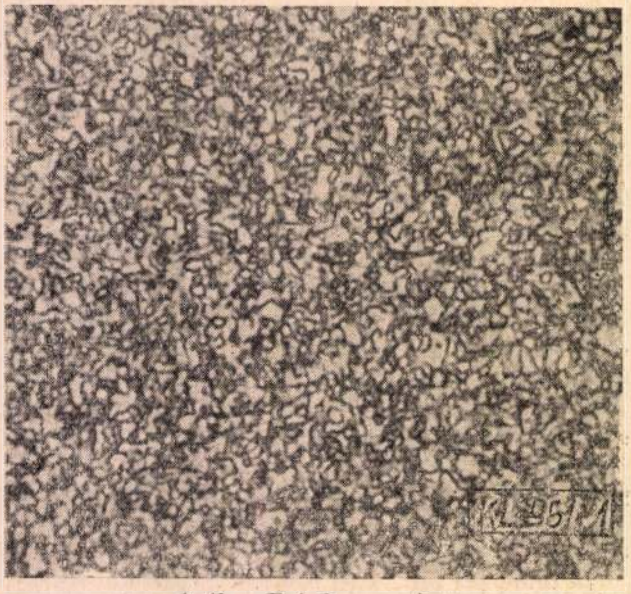
Az oldódási folyamat reverzibilitása következtében lehűléskor az oldott wolframkarbid nagyobb része ismét kiválik, amikor az átkristályosodás hatására valamilyen „kobaltforrasztás" folytán a wolf-

ramkarbid kristályok oly szilárd kötése alakul ki, amely a kész keményfémnek kiváló tulajdonságokat, keménységet és kopásállóságot, gyakorlatilag tökéletes tömörséget, fémszerű képlékenységet stb. biztosít. A keményfémek gyártásakor a wolframkarbid a kobalttal már őrlés közben alaposan keveredik és a szinterezési folyamat amolyan „belülről történő itatás" formájában megy végbe. Arra is van mód, hogy a kötőfémet karbid sajtolt darabra való ráhelyezéssel „kívülről történő beitatás" segítségével vigyük be.

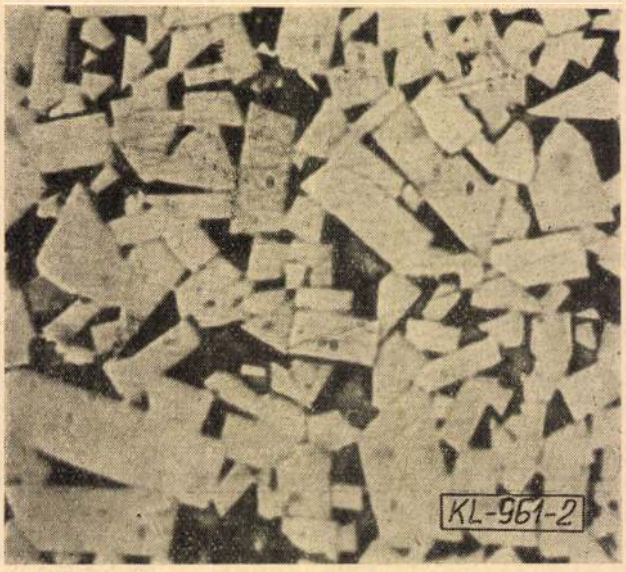
A wolframkarbid-kobalt-keményfémek szövetszerkezete

Minthogy a keményfémben a komponensek mint bármilyen más kétfémes anyagban, térfogatuk hányadának megfelelően érvényesülnek, érthető, hogy a wolframkarbid 15,5 g/cm³ és a kobalt 8,8 g/cm³ fajlagos tömegének különbsége miatt már egészen kis súlyszázaléknyi kobalt elégséges ahhoz, hogy szilárd kristálykötést és ezzel tökéletes térkitöltést biztosítson. A kereskedelmi minőségű wolframkarbid-keményfém százalékos kobalttartalma 3 és 30 súlyszázalék között ingadozik, ami kb. 4—40 térfogatszázaléknak felel meg. Ebből adódik a keményfémfajták széles választéka K 01-től G 60-ig, azzal az alapvető tendenciával, hogy a növekvő kobalttartalom kisebb keménységet és kopásállóságot, de nagyobb szívósságot biztosít.

A legnagyobb kobalttartalmú keményfémekben a wolframkarbid kristályok kapcsolata már jól láthatóan megszakad és ezek többnyire egyenként helyezkednek el a kötőfém összefüggő matrixában. Ezek a keményfémek szívósság szempontjából már nagyon hasonlítanak a szerszámacélokhoz, kopásállóság szempontjából viszont jóval felülmúlják ezeket. Ezért alkalmazzák őket olyan nagy sebességgel fellépő igénybevételekhez, mint pl. a csavargyártásban az ütőmatricákhoz. E keményfémcsoport 800—1000 Vickers keménységével már megközelíti az edzett szerszámacél keménységének nagyságrendjét.



1. ábra. Préselt-zsugorított wolframkarbid-kobalt-keményfém szövete 9%-os kobalttartalommal, 10%-os KOH-oldatban elektrolitosan maratva



2. ábra. Többször zsugorított keményfém szövete 91% WC és 9% Co-ból

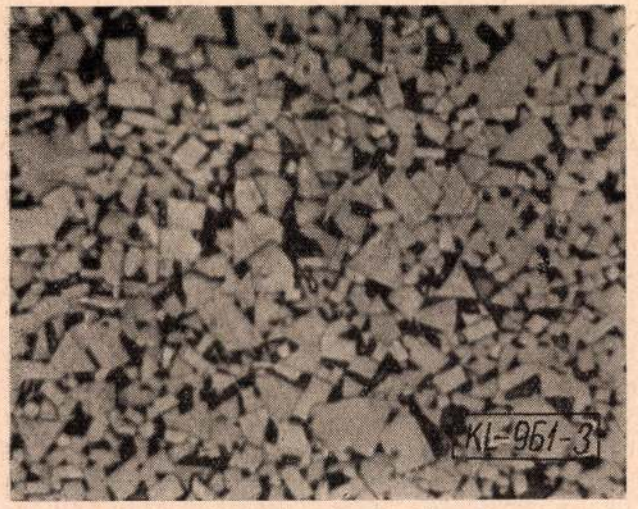
1. 10 %-os Na_2Co_3 oldatban elektrolitosan maratva; 2. $(NH_4)_2$ S-ban maratva

A keményfémek szokásos módon mért Rockwell vagy Vickers keménysége tudvalevőleg kötési keménység. Ezt pedig elsősorban a komponensek saját keménységükből, azaz a szövet elemeiből, a kristálykötés szilárdságából és a keményfémben uralkodó feszültségi állapotból nyerik. A WC saját keménysége nagymértékben anizotróp, aminek ez idáig még kevés figyelmet szenteltek.

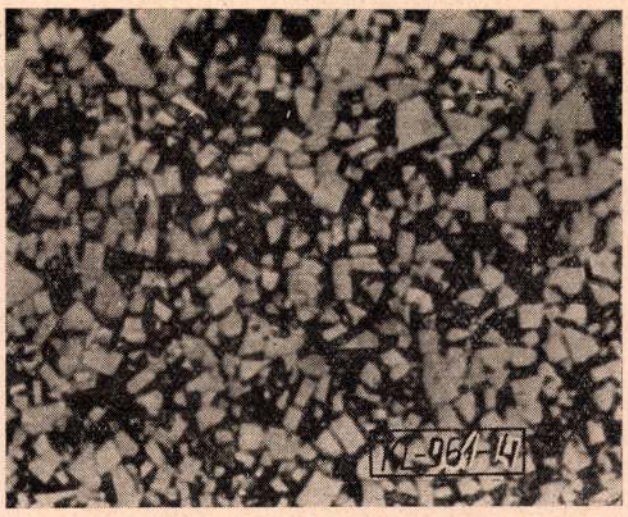
Jól ismert tény, hogy a keményfém tulajdonságait a kobalttartalmon kívül a szemcsenagyság variálásával nagymértékben befolyásolhatjuk. Az egyenletes, közepes karbidszemcsenagyságú wolframkarbid-kobalt-keményfémek (4—40 térfogatszázalékos kobalttartalommal) az 1600—1800 Vickers keménységet is elérik. Igen finomszemcsés wolframkarbid tartalommal ez a keménység felfelé tolódik el és 10 térfogatszázaléknál kisebb kobalttartalom esetében kb. 2000 Vickers csúcsértéket is elérhet. Igen nagy keménységekhez és többnyire rendkívüli nagy nyomószilárdsághoz és nagy E-modul eléréséhez a karbidkristályok saját keménységén és a kötőfémfázis vázképződésén kívül a szemcsekötés rendkívüli nagyfokú szilárdsága, az igen vékony kobaltforrasz réteg és az ezzel kapcsolatos feszültségi állapot is nagyban hozzájárul.

A már említett nagy kobalttartalmú keményfémeknél nem ez a helyzet. Ezekben a már említett, aránylag sok kötőfém miatt jóval nagyobb szabad utak alakulnak ki az egyes karbidkristályok közt, amelyek a szemcsekötések feszültségeit lényegesen csökkentik. A karbidelemek a kötőfém matrixban könnyen eltolhatók és ez a nagyfokú szívósság főoka.

A wolframkarbidok különös előnye, hogy műszakilag teljes biztonsággal megismételhető módszerek segítségével, változatos szemcsenagyságban állíthatók elő. Hogy a keményfémben igen finom wolframkarbid szemcsézetet érjünk el, annak az a feltétele, hogy olyan alapkarbidot kell használni,



3. ábra. Zsugorított keményfém szövete 92% WC és 8% Co-tartalommal
1. 10 %-os Na_2Co_3 oldatban elektrolitosan, 2. $(NH_4)_2$ S-ban maratva



4. ábra. Zsugorított keményfém szövete 80%-os WC és 20%-os Co tartalommal
1. 10 %-os Na_2Co_3 oldattal elektrolitosan, 2. $(NH_4)_2$ S-ban maratva

amely már a kobalttal történő őrlést megelőzően nagyon finom. Mivel a wolfram oxidjai és oxidhidrátjai hidrogénnel redukálhatók, fajlagosan finom alapanyagok felhasználásával és a redukciós folyamat megfelelő irányításával a wolframport bármilyen kívánt finomságban elő lehet állítani. A W+C=WC reakció hőtermelő és így meg is könnyíti, hogy finom wolframból finom wolframkarbidot is lehessen előállítani.

A wolframkarbid-kobalt rendszer sajátosságaihoz tartozik az is, hogy a segédfémfázis kohászati állapotában C-mérleg segítségével bőséges variációs lehetőség áll rendelkezésre. Ezáltal a keményfém tulajdonságait még tovább lehet módosítani.

A nyomásos zsugorítással lehetséges rendkívüli módon rövid zsugorítási idők tág utat nyitnak különlegesen finomszemcséjű, speciális tulajdonságú wolframkarbid keményfémek előállításához.

A következőkben néhány típus szövetábra segítségével szeretném bemutatni a wolframkarbid-kobalt-keményfémek sokféle variációs lehetőségét.

Az *1.* és *2. ábra* 9% kobalttartalmú wolframkarbid-kobalt-keményfémek csiszolatait szemlélteti. A szürkésfehér színű fázis a wolframkarbidot, a feketeszínű a segédfémet ábrázolja.

Az 1. ábra olyan szövettípust szemléltet, amelynek túlnyomó és jellemző szöveti eleme az igen finom, át nem kristályosodott wolframkarbid, szinterezés előtti nagyságú és szabálytalan alakú wolframkarbidpor alakjában. A wolframkarbidnak ezt a formáját α_1 szövetfázisnak nevezik. Ez a keményfém igen nagy keménységével és rendkívül nagy E-moduljával tűnik ki.

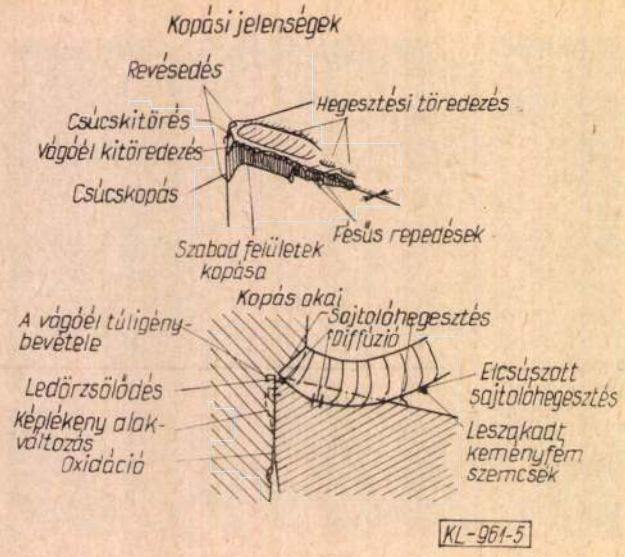
A 2. ábra ezzel szemben csak átkristályosodott wolframkarbidot ábrázol, mégpedig nagy, jól kialakult hexagonális kristályok formájában. Ezt a szövetfázist α_2 fázisnak nevezzük. A wolframkarbid kristályoknak ez a kialakulása már igen közel áll a stabilis szövetállapothoz. Az 1. ábra szerinti, még erősen metastabilis szövettípus színterezés segítségével ,— amelyet megfelelő intenzitással kell elvégezni — irreverzibilisen átvezethető a 2. ábra szerinti α_2 szövettípusba.

Az α_2 fázis átkristályosodás és gyűjtőkristályosodás eredménye. A jól kialakult α_2 kristályok többnyire olyan prizma alakúak, melyek alapja egyenlő oldalú háromszög. A prizmák magassága jóval kisebb, mint a bázisélek hossza. Megfigyeltek négyszögprizma alakú α_2 kristályokat is. A csiszolaton, a síkjukban szabálytalanul elhelyezkedő kristályokon keresztül haladó metszési sík az α_2 kristályok többnyire trapezoid alakú metszésfelületeként mutatkoznak. A prizmák alapfelületével párhuzamosan elmetszett háromszög-kristályok a csiszolaton egyenlő oldalú háromszögek alakjában jelennek meg.

Az 1. és 2. ábra keményfémei egyformán ötvözöttek, de szövetük típusa jelentősen eltér egymástól. A *3.* és *4. ábra* két gyakorlatilag azonos szövetű keményfémet mutat be, ahol azonban a 3. ábrán bemutatott keményfém kobalttartalma csupán 8%, a 4. ábrán látható keményfémé viszont 20%. A 4. ábra szerinti keményfémnél a wolframkarbid kristályok már többnyire egyenként vagy kis csoportban helyezkednek el az alapfém összefüggő matrixában.

Egyéb karbidok szerepe a wolframkarbid bázisú keményfémekben

A wolframkarbidnak vasötvözetekkel való jó reagáló képessége hátrányos, ha a wolframkarbid-keményfémet acél forgácsolására kívánják felhasználni. A forrón leválasztott acélforgácsok a keményfémet a homlokfelületen koptatják, szorosan a forgácsolóél mögött és így folyamatos kitöredezést okoznak, ezzel pedig megrövidül az élettartama. E kráteresedés mechanikai-kémiai okai a gyors egymásutánban végbemenő diffúziós, nyomásos hegedési és leszakadási folyamatokra vezethetők vissza, amelyek az acélforgács és a wolframkarbid között jönnek létre. A forgácsolási erő, a forgács nagy sebessége miatt állandóan növekvő forgácsolási hőmérséklet és végső fokon a folyamatos kráteresedés következtében egyre csökkenő forgácsspirál rádiusz és a forgács érdességének súrlódása fokozzák ezt az eróziót, amely a vágóél már



5. ábra. Kopásjelenségek — a kopás okai

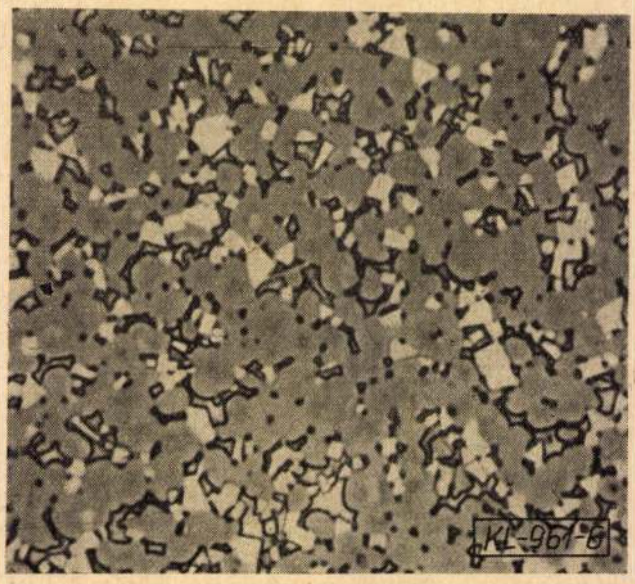
csak keskeny gerincként meglevő maradványának kitöredezését, tehát az él teljes pusztulását okozza. Az *5. ábra* a keményfém-vágóél néhány kopási jelenségét szemlélteti acélforgácsoláskor.

A tiszta wolframkarbid-keményfémeknek ezt a hátrányát olyan karbidok hozzáötvözésével lehet csökkenteni, amelyeknek a vastartalmú fémekkel való összehegedési hajlama kisebb, hideg és meleg keménysége nagyobb, valamint a keményfémet oxidációval szemben ellenállóbbá teszik. Legnagyobb jelentőségű a titánkarbid, amelynek önmagában is nagy a hideg és meleg keménysége, jó az oxidállósága és sokkal kisebba hajlama az acéllal való összehegedésre, mint a wolframkarbidnak. A reveálló titánkarbid keményfémekkel foglalkozó munkákból kitűnik, hogy ezek nagyfokú oxidállósága sűrű, erősen tapadó oxidrétegek primér képződésére vezethető vissza. Az ilyen vékony oxidrétegek — főleg a titánkarbiddal izotropikus TiO titánmonoxidból állók — sokban hozzájárulnak az acélforgáccsal való összehegedés és ezzel a kráteresedés megakadályozásához, ill. ezt a folyamatot a sokkal nagyobb forgácsnyomások és forgácsolási sebességek, valamint forgácsolási hőmérsékletek tartományába helyezik át. A másodlagos karbidadalék természetesen térfogatának megfelelően növekvő mértékben hat. Már néhány százaléknyi titánkarbid is szemmel látható hatást fejt ki. Nagy sebességgel végzett forgácsoláshoz legalábbis 15 súlyszázaléknyi titánkarbidot tartalmazó keményfém szükséges. A titánkarbid hátránya, hogy a szívósságot csökkenti, rosszabb a hővezető képessége, amely a wolframkarbid-titánkarbid-keményfémek hőmérsékleti ingadozásokkal szemben mutatkozó ellenálló képességében is jelentkezik.

A titánkarbidhoz hasonló módon hat a tantálkarbid, a hafnium-nióbiumkarbid és nióbiumkarbid is, amelyek közül a tantálkarbid máris igen nagy jelentőségre tett szert, különösen mióta gazdaságilag elfogadható áron beszerezhető. Igen nagy az olvadáspontja — a legnagyobb az összes karbidok között és vas alapú fémekkel szemben a nedvesítési, valamint oldódási hajlama közelebb áll a wolframkarbidhoz, mint a titánkarbid. Mivel viszonylag lágy, csak a kráterképződés csökkentő adalékaként alkalmazzák a wolframkarbidos keményfémek bizonyos speciális fajtáiban. A keményfémekre kifejtett előnyös hatása a legszembetűnőbben az acél megmunkálásakor tűnik ki, amikor a titánkarbid mellett harmadkarbidként adagolják. Ilyenkor természetesen a tantalkarbid jóval nagyobb fajsúlyát is számításba kell venni. Anélkül, hogy részletesebben foglalkoznék a titánkarbid-tantalkarbid-wolframkarbid-keményfémek szilárd oldat képződésével, csak annyit kívánok megjegyezni, hogy a kráterképződést gátló karbidhányad, amelyet tantalkarbid formájában viszünk be, a keményfém szívósságát csak alig-alig, a hővezető képességet és a fajsúlyt pedig csak kis mértékben csökkenti.

Azokban a keményfémekben, amelyekben a wolframkarbidon kívül titánkarbid vagy tantalkarbid és titánkarbid is van, a wolframkarbid és a kötőfém fázis mellett még egy szövetfázist kell megkülönböztetni és ez a szilárd oldat, amely a titánkarbidból és a wolframkarbid egy részéből képződik.

A *6. ábra* hőmaratással kialakított, 78% WC, 16% TiC és 6% Co-ból álló keményfémszövetet ábrázol. Az ábrán fehérnek látszó kristálymetszetek a wolframkarbidot jelzik, amely oldott titánkarbid nyomokat is tartalmaz (α_2 szövetfázis). A szürke szövetfázis a titánkarbid wolframkarbid szilárd oldata (az *Osram—Krupp*-féle jelölési mód szerinti γ fázis). A fehér színű közbenső rétegek (β) a jól látható fekete szemcsehatárokkal a segédfémet jelzik. A 78 súlyszázalékos wolframkarbidnak, ha nem lépett volna fel szilárd oldatképződés, 53 térfogatszázalékkal kellett volna részesednie a szövet felépítésében. Planimetrálással kimutatható, hogy a wolframkarbid és TiC-WC-szilárd oldat formájában jelenik meg (szürke szövetfázis). Ez a szilárd oldat a titánkarbid harmadfokú kristályképződményében jelenik meg, mert a titánkarbid az oldószer. Ha több a titánkarbid, a wolframkarbid mint önálló hexagonális szövetelem teljesen eltűnik és a



6. ábra. Zsugorított keményfém szövete 78% WC, 16% TiC és 6% Co-tartalommal, maratva 1. 10 %-os Na_2Co_3 oldatban elektrolitosan; 2. színesre futtatva

teljes szövet ilyenkor csupán a harmadfokú TiC-WC szilárd oldatából és a kötőfémből áll.

Egyéb karbidok kisebb hozzáadagolása, különösen a tantalkarbid vagy vanádiumkarbid adalékolása wolframkarbid-keményfémekhez a keményfém technológiában azért használatos, hogy meggátolja a nemkívánatos szemcsenövekedést, tehát nagyobb keménységű és kopásnak jobban ellenálló finomszemcsés keményfémet lehessen előállítani. Ezeknek az adalékoknak a viselkedése zsugorítás közben jelenleg még nem eléggé ismert.

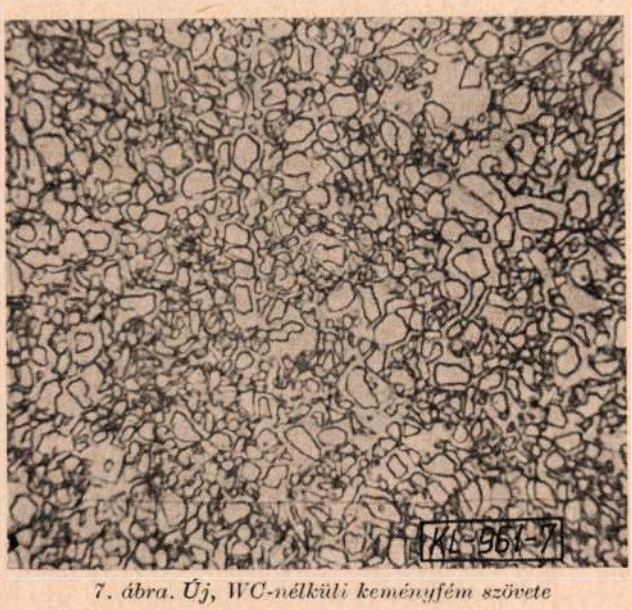
Wolframkarbidot nem tartalmazó keményfémek

Gyárunk a keményfém-fejlesztést 1930-ban kezdte meg, kezdetben szabadalomjogi okokból titánkarbid-molibdénkarbid bázisú, wolframtól mentes keményfémekkel. A szabadalmi akadályok elhárítását követően átálltunk a wolframkarbid bázisra, mert akkori gépparkunk az annak idején még igen rideg titánkarbid-keményfémekhez nem volt alkalmas.

A második világháború folyamán gyártottak már kisebb mennyiségekben wolframkarbidtól mentes keményfémeket, főleg titánkarbid/vanádiumkarbiddal, elsősorban azért, hogy wolframot takaríthassanak meg.

A háború befejezését követő első évben az acélt megmunkáló nagy és igen nagy forgácsolási sebességű wolframkarbidtól mentes keményfémfajták fejlesztését folytattuk. Az Európában és Amerikában egyaránt eredményes felhasználásukhoz sokban hozzájárult a lényegesen felújított gépparkunk is. Akkori anyagaink az acélforgácsolás területén még az 50-es években erőteljesen propagált kerámia forgácsoló lapkákat is erősen kiszoritották.

A titánkarbid-bázisú újabb keményfémfajtákat az utóbbi időben mind nagyobb mértékben alkalmazták közepes és nagyobb forgácskeresztmetszetekhez és ezáltal az alkalmazási területük is lényegesen bővült. Sikerült ugyanis ötvözési és gyártástechnológiai módszerek segítségével a titánkarbid-bázisú keményfémek között oly nagyszilárdságú karbidmikro-szövetet kialakítani, amellyel jelentős — eddig wolframtól mentes keményfémekben nem is sejtett — szívósságot lehetett elérni. Kedvező gépi feltételek mellett ennek az új titánkarbid-keményfémnek az alkalmazási területe a P 25-ös felhasználási csoportig terjed. A korszerű váltólapkás technika, a forrasztás és köszörülés elmaradása természetesen jelentősen elősegíti ezek alkalmazását a forgácsoló technikában.



7. ábra. Új, WC-nélküli keményfém szövete

A *7. ábra* egy ilyen wolframkarbidtól mentes titánkarbid-keményfém szövetét szemlélteti. Ezeknek a keményfémeknek a mikroszövete és tulajdonságai között más kapcsolatok vannak, mint a wolframkarbid-kobalt-keményfémek szövetében.

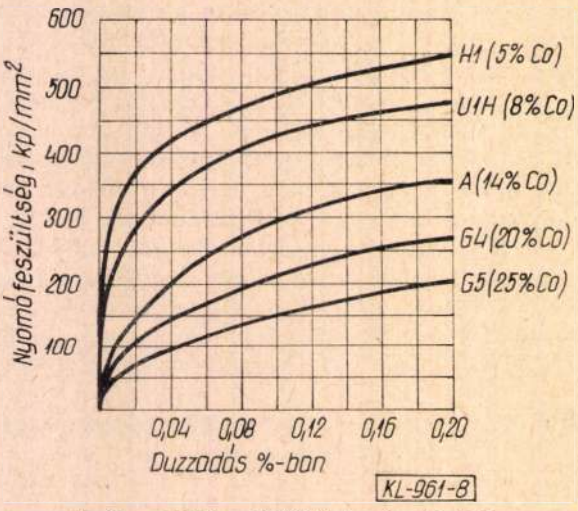
Összefüggések a keményfém egyes tulajdonságai és az igénybevétel között

A keménység, kopásállóság és szívósság a keményfémet előállítót és a felhasználót egyaránt érdekli, mert ezek az igénybevehetőség határainak leglényegesebb tényezői. Nem kivétel az alól sem a gyorsacél, sem a keményfém, hogy a legnagyobb keménység sohasem párosulhat a legnagyobb szívóssággal. *Szívósság* az anyagnak az a tulajdonságal, hogy deformálódva energiát repedésképződés nélkül abszorbeálni tud. Keményfémek esetében itt most elsősorban a húzó és nyíró igénybevételek okozta energiára kell gondolnunk.

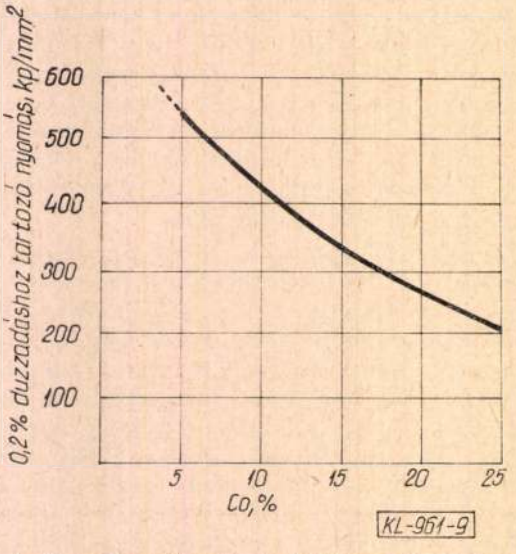
A szívósságot tudvalevőleg nem könnyű mutatókkal vagy anyagállandókkal jellemezni, vagy akár csak körvonalazni is. A zsugorított keményfémeknél az ún. *hajlító-törési szilárdság* nyújt némi támpontot a „szívósság" alatt értendő tulajdonságok nagyságrendjére nézve. Sajnálatos módon itt még hiányoznak a különféle feltételek által megkívánt próbatest—keresztmetszet, felfekvési köz, felületminőség stb. értékeinek összehasonlíthatóságára vonatkozó részletes vizsgálatok. Belső feszültséghalmozódások a pórusok vagy finom eloszlású grafit következtében az igénybevételi pont közelében, különösen kis keresztmetszetű próbapálcákon olyan hajlító-törési szilárdsági értékeket adhatnak, amelyek nem feltétlenül reprezentálják a teljes darabot. A több alkotós anyagok hajlító-törési szilárdságának meghatározását illetően folyamatban vannak az ISO szabványosítási munkák.

A kereskedelemben szokványos keményfémek 400—500 kp/mm² nyomószilárdsági értéke rendkívül nagy és sokkal nagyobb, mint a gyorsacéloké. Nagy nyomású alkalmazás céljára — MP 860 jelöléssel — gyártunk olyan keményfém-fajtát is, amelynek nyomószilárdsága a 600 kp/mm² értéknél is nagyobb és amely a nagy nyomású szintézisek területén széles körű alkalmazást nyer. Jellemzi ezt a gyártmányt a rendkívül nagy, 67 000 kp/mm² feletti E-modulusz is. A forgácsoló technikában szokványos keményfémek E-modulusza kb. 56 000 kp/mm²-től 62 000 kp/mm²-ig terjed és így az acélénak kb. a háromszorosa. A nagy E-modulusz következtében ezek a keményfémek az elasztikus tartományban igen nagyfokú igénybevétellel terhelhetők.

Egyéb érdekes és fontos anyagtulajdonságok a *hőtágulás*, a *hővezető képesség* és az *ellenálló képesség hőingadozásokkal szemben*. A keményfém — mint

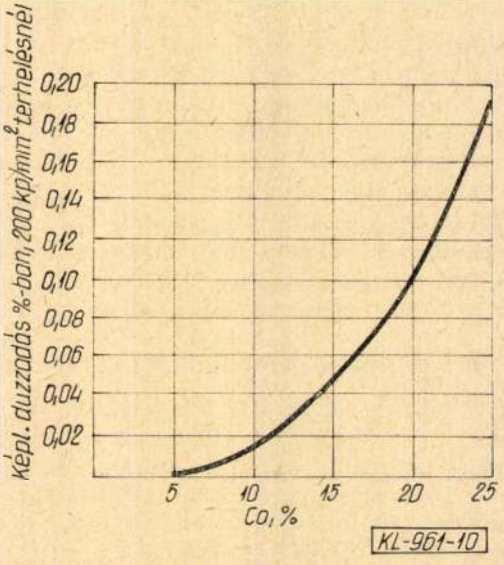


8. ábra. Néhány TIZIT keményfémfajta képlékeny alakváltozása



9. ábra. Nyomófeszültség 0,20%-os zömítéskor különböző kobalttartalommal

ismeretes — nem egyfázisú anyag, mint pl. az austenites acél, hanem legalább kétfázisú, amely egy vagy több karbidfázisból és egy kötőfém-fázisból áll. Ami a karbidhányadot illeti, a wolframkarbidnak igen jó a hővezető képessége, de kicsi a hőtágulása. A titánkarbidnak rossz a hővezetése és kicsi, de valamivel nagyobb a hőtágulása, mint a wolframkarbidé. A kötőfém fázis hőtágulása kb. háromszorosa a wolframkarbidénak, de lényegesen rosszabb a hővezető képessége. Mivel a keményfémekben a karbid térfogati túlsúlyban van, az együttes hőtágulási együtthatók $5-7 \cdot 10^{-6}$-ig terjedő értékével kisebb a vasbázisú anyagok $12-18 \cdot 10^{-6}$ értékénél. Ez a körülmény a keményfémeknek acéllal történő összeforrasztásakor fontos szerepet játszik, mert a forrasztást követő lehűléskor a keményfém lapkában feszültség keletkezik, amely rossz forrasztásnál vagy egyenetlen lehűléskor a keményfém alakíthatóságának határáig terjedhet és így a lapkában közvetlenül a forrasztás után vagy a köszörüléskor repedéseket okozhat. A forgácsolási erő és melegedés hatására ébredő feszültségek a forrasztási feszültségekre halmozódnak, úgyhogy olyan igénybevételek között, amelyeknek a keményfém egyébként ellent tudna állni, repedések, élletörések vagy szilánkkitörések keletkezhetnek.



10. ábra. Némely TIZIT-fajta képlékeny alakváltozása 200 kp/mm² terheléssel

Már említettük, hogy a titánkarbid azoknak a karbidoknak egyike, amelyeknek a legkisebb a hővezető képessége. Olyan keményfémek, amelyeknek nagy a titánkarbid tartalma, a kereskedelemben szokványos keményfémek hővezető képességének alsó határán helyezkednek el (0,02—0,21 cal/cm · °C sec). Mivel a hővezető képesség és a hőingadozásokkal szemben fennálló ellenálló képesség egymással ellentétes tulajdonság, az ilyen keményfémek ellenálló képessége a hőingadozásokkal szemben csak korlátozott.

A keményfémeknek a szélsőséges igénybevétele a rugalmas tartományon túl igen érdekes következménnyel jár. Nagy hőmérsékleten, amilyen pl. a forgácsoló szerszámok élein szokott fellépni, a forgácsoló erő következtében maradó alakváltozást szenvedhet, ami a forgácsoló szerszám élének és egyben a szerszám éltartamának végét is jelenti. Ami pedig a szobahőmérsékleten való viselkedést illeti, gyakran uralkodik még az a felfogás, hogy a rugalmas alakváltozást húzás, nyírás vagy nyomás következtében deformáció nélküli törés követi. Újabb vizsgálatok azonban bebizonyították, hogy keményfémekben törés előtt szobahőmérsékleten is alakváltozás mérhető. Keményfémekre is kimutatható a rugalmassági határ mind a húzó, mind a nyomó, tehát határigénybevételek között, amelyek átlépésekor tartós alakváltozás mutatkozik és hogy az E-modulusz, a rugalmasság határa és a nyomószilárdság között bizonyos egyenesen arányos összefüggés létezik. Kis kobalt-tartalmú és finomszemcsés szövetű keményfémeknek nagy a nyomószilárdsága és nagy az E-modulusza is. Rugalmassági határuk igen nagy, maradó alakváltozásuk igen csekély, de mérhető.

A kobalt-tartalom növekedésével csökken a nyomószilárdság, az E-modulusz és a rugalmassági határ, de a maradó alakváltozás növekszik. Nagy kobalt-tartalmú keményfémeken állandó igénybevétel hatására valódi kúszás állapítható meg.

A *8. ábra* egyes keményfémfajták feszültség-alakváltozási görbéit szemlélteti 0,20%-os zömítési fokig.

A *9. ábráról* leolvasható az ugyanazon keményfémfajták maradó 0,20%-os zömítéséhez szükséges nyomás a kobalt-tartalom függvényében.

Még világosabban látszik az a *10. ábrán*, hogy a 8. ábrán látható keményfémfajták maradó alakíthatósága 200 kp/mm^2 nyomóigénybevétel hatására a kobalt-tartalom emelkedésével növekszik.

A keményfémek nyomószilárdságának vizsgálatakor a maradó alakváltozást a törés közeléig nyomon követni nagyon nehéz. Egy G 30 típusú keményfémen, amelynek kobalt-tartalma kb. 15%, törésig 4—5%-os zömülést mértünk. A G 60 típusú keményfémen, amelyet csavargyártásnál használnak ütőmatricákhoz, még 5—10%-os értékeket is mértünk, ami ennek az anyagnak rendkívüli szívósságát bizonyítja. Ez a keményfém méga kopásállóság tekintetében is messze felülmúlja a szerszámacélokat.

Egyesületi hírek

Egyesületünk június 14-én tartotta meg az ünnepi megemlékezést *Péch Antal* születésének 150. évfordulója alkalmából. A megemlékezéssel kapcsolatos volt a korábban az Öntödei Múzeumban rendezett *Péch Antal* emlékkiállítás, valamint *Péch Antal* sírjának megkoszorúzása is Selmecbányán. A koszorút elhelyező egyesületi küldöttséget *Lomniczy Dezső*, az Egyesület volt főtitkára vezette.

Június 14-én az Egyesület emléktáblát helyezett el az I. kerület, Batthyány utca 29. számü házon. Ez a ház azon a helyen épült, ahol *Péch Antal* budapesti működése alatt hosszú ideig lakott. Az emléktábla leleplezésekor Tamásy István, az EMSZ elnöke mondott ünnepi beszédet.

A délutáni órákban pedig az Egyesület üléstermében gyűltek össze az Egyesület budapesti tagjai és megkoszorúzták *Péch Antalnak* az Egyesület nagytermében levő szobrát. Az ünnepelt életét és munkásságát részletesen ismertető emlékbeszédet *dr. Ember Kálmán*, volt alelnök, tiszteleti tag olvasta fel. A megemlékezést, amelyet az Egyesület Történeti Bizottsága részéről *Székely Lajos* állított össze, az alábbiakban teljes terjedelmében közöljük.

Péch Antal élete és munkássága

Péch Antal a múlt század egyik legkiválóbb magyar bányamérnöke. Hazánknak a feudalizmusból a kapitalizmusba való átlépésének korszakában az új polgári értelmiséget képviselte, amely egy jobb új világ létrejöttét remélte az 1848-as forradalmunktól, majd az uralkodóval történt kibékülés korszakától. Ennek elősegítésében *Péch Antal* is, teljes tudásának latbavetésével vett részt.

Péch Antal tevékenységének bányászatunkra és kohászatunkra való sok évtizedes hatása folytán tevékenységének felelevenítése születésének 150. éves évfordulója alkalmával nem lesz érdektelen, mert problémáink megoldásában abból hasznos gondolatokat meríthetünk.

Ifjú kora

1822. június 14-én (mások szerint 13-án) született Nagyváradon szegény sorsban élő ácsmester fiaként, atyja nagy gondot fordított fia nevelésére. Bizonyára otthonában érlelődött meg benne a műszaki munka szeretete, ahol az ácsmunka végzése közben kezdetétől látta az alkotó munka teljes kibontakozását, a nyers fából az épület elkészülését.

Alsó- és középfokú iskoláit szülővárosában és német nyelvelsajátítása végett Temesváron végezte, majd 1838-ban a selmecbányai bányászati akadémiára iratkozott be. Kitűnő eredménnyel végzett tanulmányai befejezte után a selmecbányai bányászatnál kapott gyakornoki állást. Ekkor már szülei annyira elszegényedtek, hogy öccse, további neveltetéséről ő gondoskodott, sőt később szüleit és két leánytestvérét is magához fogadta.

A selmecbányai bányáknál különféle beosztásban dolgozott. 1845-ben a hofertárói üzem főnöke. Az ércelőkészítés gyakorlati ismereteit és elméleti fejlődését *Rittinger Pétertől*, az ércelőkészítés kitűnő szakértőjétől sajátította el, aki ez idő tájt alapvető újításokat vezetett be a selmecbányai ércelőkészítő művekben. Munkásságának elismerést jelentett, hogy 1846-ban a csehországi Joachimstalba és Schlackenwaldenbe küldték ki avval a megbízással, hogy ott rendezzen be zúzóműveket.

A szabadságharcban való részvétele

Ezután visszarendelték, először Körmöcbányán osztották be bányatisztként. Onnan csakhamar az első magyar pénzügyminisztériumba hívták be Budára. Rövidesen bekövetkezett azon időszak, amikor az uralkodó hitszegése következtében minden irányból ránktörő ellenséggel szemben a nemrég kivívott szabadság megvédésére a kormánynak a védelmet kellett megszerveznie. A változó hadihelyzetben 1848 végén sor került a veszélyeztetett északi országrész részbeni kiürítésére. A Körmöcbányán levő pénzverde gépeinek, arany-ezüst készletének elszállításával *Péch Antalt* bízták meg. A szállítmány végcélja Debrecen, későbbi rendelkezés szerint Nagybánya volt. E veszélyekkel járó feladatot Péch sikeresen oldotta meg. Ismereteink szerint azután a továbbiakban is a pénzügyminisztériumban nyert beosztást.

Mikor *Nagy Sándor József* tábornok seregével Debrecenbe érkezett *Péch* is hozzácsatlakozott és velük együtt vonult Aradra. Nemsokára bekövetkezett a világosi fegyverletétel és a hadsereg elszéledt. Mivel *Péch* nem volt fegyveres katona, nehézség nélkül kapott útlevelet. Sok viszontagság után érkezett haza Budára.

Itt azonban újabb megpróbáltatás várta. A szabadságharc megszűntével ugyanis — mielőtt elfoglalhatta volna az állami bányászatban állását — a szabadságharc alatti magatartását igazolnia kellett volna. *Rittinger Péter* egykori tanítómestere ekkor már osztálytanácsos volt a pénzügyminisztériumban fel is szólította erre avval a biztatással, hogy kérvénye kedvező elintízést nyer, de a folyamodványba be kell írnia, hogy az eseményekbe mások által sodródott és hogy nem politikai meggyőződésében csalatkozott. Ő azonban ilyen nyilatkozat aláírására nem volt hajlandó és nem folyamodott. Ekkor szüleivel együtt igen nagy ínségbe jutott és csak abból az igen kevés keresetből tengették életüket, amit kis gyermekek számára készült képeskönyvek kifestésével szerzett.

Emigrálása, hányattatása

Ez a súlyos állapot addig tartott, amíg a csehországi Teplitz melletti klostergrabeni magánbányánál állást nem kapott, 1850-ben. Ez évre esik családalapítása is. 1851-ben a *Klein*-testvérek ostraui kőszénbányáinál találjuk, mint bányaigazgatót.

1853-ban honvágytól sarkallva otthagyta állását és hazajött. Reményében azonban, mely szerint gazdag tapasztalataival itthon állást fog kapni, csalatkozott, s hogy megélhessen, a Tisza szabályozásnál mint napidíjas mérnök dolgozott. 1855-ben ismét Csehországban,

a schatzlari kőszénbányánál talált alkalmazást igazgatói beosztásban. 1858-ban a bochumi Zeche Vereinigte Präsident nevű kőszénbányához hívták meg. Öt évig volt e nagy terjedelmű bánya igazgatója.

Ezután megint a honvágy vett rajta erőt. Haza kívánkozott és 1863-ban a Mátrai bányaegyesület üzeménél mint igazgató kapott alkalmazást. Itt a folytonos pénztelenséggel küzdő vállalat alapvető fejlesztésével foglalkozott, majd 1865-ben lemondott állásáról és kibérelte Nógrád megyei Nemti községben fekvő *Károlyi-féle* barnaszénbányát, de vállalkozása nem volt sikeres.

Az 1867-ben uralkodóval történt nemzeti kiegyezés Péch Antal életében is gyökeres változást hozott. Ez volt élete legnagyobb fordulópontja. Az új kormány megbízása folytán a pénzügyminisztériumban nyert alkalmazást titkári, majd osztálytanácsosi beosztásban. Így hatásköre kiterjedt az állami bányák és kohók felügyeletére. Mivel a megelőző korszakban az abszolutizmus idején az osztrák kormány, amely alá a hazai bányászat is tartozott, a bányákat kizsarolta, fejlesztüket pedig elmulasztotta, azonnali széleskörű vizsgálatra volt szükség.

Hivatali működését a Zsil-völgyi szénbányászat tanulmányozásával kezdte. Itt addig a szénmedence peremén folytatták a bányászatot. A földtani viszonyok alapján azonban arra lehetett következtetni, hogy a szénmedence közepén is meg kell lenniök a széntelepeknek. Megfelelő adatgyűjtés után visszautazott Budára, hogy a pénzügyminiszternek jelentést tegyen a reménybeli hatalmas szénvagyonról s az állam részére szükséges foglalást eszközöltesse. Hazaérve egy már a Zsilben létezett vállalattól levél várta, amelyben tapasztalatai elhallgatása esetén 40 000 Ft pénzjutalmat helyeznek kilátásba, amit *Péch* természetesen elutasított. Helyesen ismerte fel, hogy a Vajdahunyad közelében levő gazdag vas- és széntelepek a magyar vasipar biztos bázisát képezik és ennek az országrésznek gazdasági fellendítését szolgálják. Mivel gyanítható volt, hogy a zsili szén magas kalória mellett jó minőségű, vaskohászati célra használható kokszgyártásra is alkalmas, a helyszínen hosszas kísérleteket végzett, amelyek eredménnyel zárultak. A kormány elfogadta Péch fejlesztési javaslatát, az uralkodó pedig országos értékű munkálkodásáért a III. osztályú Vaskoronarend adományozásával jutalmazta.

Ez idő tájt újságcikkekben támadták az állami bányászat létjogosultságát, minthogy veszteséges. A kérdés megvizsgálását az országgyűlés szakértőkre bízta. Ezek egyike Péch Antal volt, akinek feladata az alsómagyarországi és diósgyőri bányák, valamint kohók felülvizsgálása volt. A bányák bejárása és viszonyaik tanulmányozása után *Péch* „Jelentésé"-ben kimutatja, hogy a veszteség csak látszólagos s e bányák közül véleménye szerint egyet sem szabad beszüntetni. Gazdaságosságuk fokozására tételesen kidolgozott terveket ad. Így pl. az alsómagyarországi bányászat legfontosabb selmecbányai bányái gazdaságosságának kulcsául az 1782. évben megkezdett, de folytonosan abbahagyott 16,5 km hosszú II. József altáró kihajtásának befejezését tartja, mert ezáltal a fakasztott vizek elvezetése és a víz által elárasztott mélyszint feltárása lehetővé válik. A kihajtás meggyorsítására a külföldön ez idő tájt alagútépítésnél bevált sűrített levegő meghajtású kőzetfúrógépek alkalmazását javasolja kézi erő helyett. A kormány ezt a javaslatát is elfogadja s a végrehajtást, mint 1873-ban kinevezett selmecbányai bányaigazgatóra, reá bízzák.

Ezzel a módszerrel 10 évvel korábban készült el az altáró és a vízemelés elmaradása folytán napi 500 Ft volt megtakarítható. Az altáró 1878-ban való elkészülte utáni fényes külsőségek közt rendezett ünnepségek, emlékérem veretése is a mű jelentőségét mutatják. Az irányítók magas kitüntetésekben, mint Péch a Lipótrend lovagkeresztje — részesültek, a munkában kitűnt munkások pedig pénzbeli jutalmat kaptak. A kohók szükséges voltának elbírálásánál Péch kihasználási fokukat és korszerűségüket vizsgálta elsősorban. Hosszantartó éles vitát váltott ki a diósgyőri vasgyár sorsa. Itt a kormány 1869-ben kedvező adottságai miatt nagyobbszerű vasgyár telepítését határozta el. A még teljesen el nem készült gyár kezdeti nehézségeit felnagyítva 1871-ben hozzá nem értők a beszüntetését követelték. Ennek hatására az 1872. évi költségvetés tárgyalásánál a törvényhozás megtagadta a további befektetéseket. *Péch* a balhiedelmeket élesen megcáfolja, számszerű adatokkal igazolja a gyár létjogosultságát s megjelöli a tennivalókat. Kimondja, hogy a gyár termelőképességét annyira kell emelni, amint azt a vasbányák lehetővé teszik. A gyár megmentésével elévülhetetlen érdemeket szerzett.

Irodalmi tevékenysége

Gyakorlati mértékét mutatja, hogy írásait gyakorlati szempontok indokolják. Csak a legfontosabbakat említjük.

Egyik legnagyszerűbb alkotásának, az 1868-ban alapított Bányászati és Kohászati Lapoknak legfőbb célja, hogy „szaktársaink ismereteit" tapasztalásait és búvárkodásainak eredményeit a legrövidebb úton mindnyájunk közös tulajdonává változtassa" s összehordja az egész világból, ami szakmailag érdekes és tanulságos. A gondolatok írásbeli kifejezését azonban gátolja a szaknyelv hiánya. Bár 1848 előtt a szakmabeli magyar kifejezések, szók gyűjtésére kísérletek történtek, ez nem volt elegendő s a szakemberek a Bécsben megjelenő német nyelvű szaklapokat olvasták. *Péch* e hiány pótlására először 1869-ben, majd 1878-ban szakszótárt készített. Az utóbbi bővített kiadás kb. 38 000 szót tartalmaz.

Csaknem egyidejűleg *Zsigmondy Vilmos* első magyar nyelvű Bányatanával, jelenik meg 1869-ben Péch ércelőkészítési könyve. Az ércek előkészítésének elvi- és gyakorlati szabályai az e témakörbe tartozó kérdéseket, mint a mosás, zúzás, osztályozás, töményítés, valamint a zúzdák, szérek és vízkereket építésének tervezését tárgyalja. E könyv kedvező fogadtatásra talált s bebizonyosodott, hogy magyar nyelven is lehet új műszókkal szakkönyvet írni.

Gyakorlati célt szolgált az 1878-ban kiadott képzeletbeli „Névtelen bánya" térképkulcsa és térképe, amely az eddig szokásos csak bányajárásra alkalmas bánya alaprajzon kívül a tervezéshez szükséges jellemzőket is tartalmazza (az érc minősége, földtani adatok, fejtések, metszetek stb.).

Két nagyszabású bányászattörténeti munkájának megírását következőképp indokolja: „Egy régi bánya vezetőjének okvetlenül szükséges tudni egészen részletességgel mindazt, ami az ő ideje előtt a bányában történt." Bányaigazgatói beosztásában gyakran tapasztalta, hogy a régi iratok nem voltak találhatók, vagy szét voltak szórva. Sőt az is előfordult, hogy a térképek adatain elindulva oly mezőkbe jutottak, amelyek már le voltak fejtve, de ezt elfeledték térképezni. Mivel így hiányoztak a tervezés biztos adatai, kénytelen volt maga pótolni. Így született meg az Alsómagyarország bányamívelésének története, valamint a Selmeci bányavállalatok története 1884-ben, illetve 1887-ben. E művek 1650-ig tárgyalják az eseményeket. Míg az első történeti korok szerint, utóbbi vállalatonkénti bontásban nyújt a kutató részére kortörténeti szempontból is értékes adatokat.

A Magyar Tudományos Akadémia felfigyelve Péch tudományos munkásságára, 1871-ben levelező tagjává választotta. Székfoglaló értekezési kötelezettségének „A tudományok haladásának befolyása a selmecvidéki bányamívelésre" c. munkájával tett eleget s abban a tudomány és technika összefüggését, a selmeci bányászat fejlődésében való szerepét fejtegeti.

Közéleti, társadalmi szereplése

Egyik kiemelkedő célkitűzését, egy tudományos társadalmi egyesület megalakítását hosszú időn át nem sikerült elérnie. Bár úgy látszott, hogy az 1869-ben felvetett gondolat hosszas érlelés után az 1885. évi budapesti világkiállítás alkalmával tartott bányász-kohász-geológus kongresszuson testet ölthet, tőkés mesterkedés folytán nem sikerült. A *Péch Antal* és *Wiesner Adolf* selmeci bányaigazgató által készített alapszabályok körül támadt vita folytán a közgyűlésen nem tudtak megegyezni. *Borbély Lajos*, a Rimamurány—Salgótarjáni Vasmű Részvénytársaság műszaki vezérigazgatója a tőkés vállalatok nevében vitatta az egyesület azon jogát, amely szerint a kormányhoz, hatóságokhoz gazdasági kérdésekben előterjesztést tehessen. A vállalati szavazatok számát pedig alkalmazottai száma szerint kívánta meghatározni.

Péch Antal válaszul egy cikkében rámutat a javaslat irreális voltára, mert ez esetben az egyesületi tagság összes szavazatainak száma csak töredéke lett volna egy közepes létszámú vállalat szavazati számának. A javaslattétel jogát illetően pedig következőket írja: „...legkevésbé sem áll azt, amit a Rimamurány—Salgótarjáni vasművek igazgatója kétségen kívül állónak tart, hogy csak a nagy telepek birtokosai lehetnek a bányászat és kohászat általános érdekeinek képviselői és hogy csak ezeknek a felfogása arról, mi van hasznukra, javukra, mi van kárukra, kizárólag mértékadó az egész bányászatra és kohászatra nézve: nem áll már csak azért sem, mert az ész és belátás nem kizáró tulajdona a nagybirtokosoknak és mert oly intelligens testületről, mint a bányászoké és a kohászoké, egész megnyugvással fel lehet tenni, hogy a jót és hasznos javaslatot mindig meg tudja különböztetni a kevésbé helyestől és a jót elfogadja anélkül, hogy az a javaslónak ezrekre menő szavazata által reá kényszerítessék."

A korabeli viszonyok között az igazság kemény szavai nem juthattak érvényre és csak 1892-ben alakulhatott meg szakmai egyesületünk.

Hasonlóan országos jelentőségűek az országgyűlésen bányászat érdekében mondott beszédei. Selmec és Bélabánya bányavárosok képviselői mandátumot *Zsigmondy Vilmos* halála után, ki előzően képviselte e bányavárosokat, vette át. Igazságszeretetésre és baráti hűségére jellemző választási tevékenységének ismertetésére — bárelétében csak epizód — szükségesnek tartom kitérni jellemének megvilágítására.

Mikor az 1875. évi képviselő választás idején úgy látszott, hogy a földbirtokos jelölttel szemben a bányászok jelöltje, Zsigmondy bányamérnök győz, a választási elnök oly igazolás bemutatását követelte *Zsigmondytól*, amelyet néhány óra alatt nem tudott beszerezni.

Ebben a válságos helyzetben a *Zsigmondy* párt a selmecbányai ifjúság lelkes támogatásával a közszeretetben álló *Péch Antalt* jelölte képviselővé és meg is választották. *Péch* azonban rövid idő múltán lemondott s az új választáson *Zsigmondy* nyerte el a képviselőséget.

Péchet tettében *Zsigmondyval* való baráti kapcsolata is vezérelte. A Zsigmondy felett Magyar Tudományos Akadémián tartott emlékbeszédében hivatkozik selmeci tanuló korukból eredő barátságukra, amely soha meg nem rendült, sőt erősbödött. Bár csak ritkán láthatták egymást, működési körei egymást ritkán érinthették, céluk azonossága és gondolkodásuk hasonlósága volt a szellemi kapcsolat, mely erősnek bizonyult. *Péch* eme mondását igazolják mindketten képviselőházi beszédeikben is.

Zsigmondy képviselői örökét 1889-ben vette át és azt 1892-ig tartotta meg, amikor folyton gyengülő hallása a közélettől való teljes visszavonulásra kényszerítette. Képviselőházi beszédekben szállt síkra a bányászat érdekében. Szembeszáll azok véleményével, akik az állami bányászat deficites voltát hangoztatják. Bizonyítja, hogy a bányászat az állam háztartás azon osztályába tartozik, amelynek számszerű jövedelme nem mutatható ki. Felhívja a figyelmet, hogy a bányászat, az ország legrégibb nagyipara, anélkül hazánkat iparos állammá tenni nem lehet. A bányászat leginkább az ország oly vidékei lakosságának ad kenyeret, ahol más megélhetés nincs, azonkívül nagy kiterjedésű vidék legbiztosabb fogyasztópiaca. Másrészt az állam kötelessége a terméketlen vidék lakosságának munkaalkalmat biztosítani.

Más beszédében tiltakozik az ellen, hogy a selmeci és körmöci bányászat részére a kért hitelt nem adják meg s e nélkül a régebbi beruházás elvész. Sürgeti az új bányatörvény megalkotását, különösen a bányakapitányságok szervezetének kibővítését, hogy eleget tehessen az oly fontos hivatásának, mint az üzemtervek felülvizsgálása, ami nélkül egyes magánbányákat úgy művelnek, ahogy nekik tetszik, holott az állam vagyonát kezelik.

Halála, az ország részvéte, hatása az utókorra

Péch Antal 1895-ben halt meg Selmecbányán s a szélaknai kapun kívüli temetőben hantolták el. A Bányászati és Kohászati Egyesület a Lapok rendkívüli számában búcsúzik nagy halottjától. A bányászatot ért veszteségről a napi sajtó is megemlékezik.

Emléke tovább él a bányászat és kohászat későbbi nemzedékeiben. Műveivel, életével, írásaival adott útmutatását ma is követjük. Ennek az el nem évülő tiszteletnek jelei: utcák elnevezése Selmecbányán és a fővárosban, ércbeöntött szobrának felavatása 1914-ben a selmecbányai főiskolán, a Bányászati és Kohászati Egyesületben alapított *Péch Antal* serleg, amelyet időnként tartott emlékbeszéd után ürítenek, a tagok jutalmazására alapított emlékérem. Nevének fennmaradását biztosítja a róla elnevezett tatabányai bányaipari technikum, valamint a volt budapesti lakás falán napokban elhelyezett emléktábla.

Még életében többször tüntették ki, mind az uralkodó, mind az országnak tett nagy szolgálataiért, s ugyanezért Selmecbánya díszpolgárrá választja. Egyesületünk dísztagja, s 1894-ben rendkívüli választmányi ülést rendeznek tiszteletére.

Jellemének kiemelkedő vonásai: hazaszeretete, igazságossága, önzetlensége, becsületessége, az ország gazdasági talpraállítása érdekében folytatott kitartó munkássága. Korszakának szerencséjére e válságos időszakban kapott oly megbízatást, melyben bányászat és kohászat fejlesztésével nemcsak szakmánkat, hanem országrészek gazdasági életét virágoztatta fel s biztos megélhetést nyújtott a lakosságnak. S ez volt a fő érdeme!

A bányászat és kohászat fáradhatatlan munkásának emlékét örökre szívünkbe zárjuk. *Soltz Vilmos* szavait ismételve: „Fény nevére, áldás emlékére!"

*

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács-szakcsoportja jún. 13-án klubdélutánt tartott. A kubdélután keretében *Vollák Andor* tagtársunk, okl. kohómérnök a Gépipari Technológiai Intézet főosztályvezető helyettese tartott vetített képes előadást, „Haránthengerlés és sorjamentes sajtolás" címmel. Az előadást több hozzászólás követte.

Latinák István

*

Az OMBKE Kohászati Gyárépítő Vállalatnál működő Helyi Csoportja jún. 22-én egy filmvetítéssel egybekötött klubdélutánt tartott.

A klubdélután alkalmával, melyen a helyi tagságon kívül a Vasipari Kutató Intézet, a Csepel Vas- és Fémművek és a KGMTI meghívottai is résztvettek a mexikói HOJALATA Y LAMINA SA. cég mérnöke *Juan Manuel Chavira* úr tatott előadást a „Vasszivacs gyártás üzemi tapasztalatai Mexikóban" címmel.

Bevezetőjében elmondta, hogy Mexikóban jelenleg cca. 4 millió tonna acélt termelnek évente és ezen mennyiség mintegy 50%-át termelik állami vállalatoknál. Tervezik egy újabb 3 millió tonna éves kapacitású kohászati üzem 1976-ig történő megvalósítását is.

Ismertette vállalata szervezeti felépítését és az alapanyag (érc-pellet) előállítási lehetőségeiket. Az eddig általuk gyártott vasszivacs mennyisége cca. 2 millió tonna, melynek Fe tartalma 90—95% között mozog.

A rövid ismertető filmvetítés követte, mely a vasszivacs gyártástechnológiáját és a technológiát berendezéseket mutatta be.

A filmvetítés utáni konzultáción többen tettek fe kérdéseket, melyekre a válaszokat az előadó megadta.

Tölgyesi Zoltán

*

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács- szakcsoportja szeptember 4-én tartotta meg a nyári szünet után első klubnapját. A klubnap keretében *Korach Marcell* okl. gépészmérnök, a Csepeli Acélmű Kísérleti-Kutatási csoportjának vezetője „Süllyesztékes kovácsolás korszerű szerszámanyagai" címen tartott vetítettképes előadást. Előadásában részletesen beszámolt csoportjának e témában végzett értékes kísérleteiről és ezek eredményeiről. Az előadást a hallgatóság nagy érdeklődéssel hallgatta, majd előadás után konzultáció következett, több kérdésre az előadó részletes és szakszerű válaszokat adott.

Latinák István

Szakosztályvezetőségi ülés június 27-én

A szakosztályvezetőségi ülésen, amelyet *Dr. Horváth János* elnök vezetett, *dr. Tardy Pál* titkár beterjesztette az 1972. II. félévi munkaterv- javaslatot. Ezt egy bizott-

ság dolgozta át az elfogadott határozatok figyelembevételével. A munkaterv rögzíti a helyi csoportok és szakcsoportok beszámolóinak sorrendjét, a nagyobb szakosztályi rendezvényeket és a szakbizottságok feladatkörét. Egyik legfontosabb feladat a fiatal tagokat aktivizáló program, erre vonatkozóan új feladatokat tartalmaz a munkaterv.

A javaslathoz *dr. Pőcze László, Nagy Zoltán, dr. Károly Gyula, Felföldi Zoltán, dr. Fuchs Erik, Lantos István* és *Kézdi Árpád* szóltak hozzá és számos kiegészítő javaslatot tettek.

Második napirendi pontként *Lántzky József* ismertette az I. félévi külföldi utak adatait, valamint a II. félévi utaztatási tervet. A második félévben kerül sorra a brünni vásár meglátogatása és egy lengyel céltanulmányút, amelyen főleg fiatal tagjaink vesznek részt. Ismertette az utazások bonyolításának ügyrendjét és a devizaproblémákat.

Harmadik napirendi pontként *Clement Andor* az aggteleki IV. Országos Hengerész Konferencia szervezésének állásáról adott tájékoztatást. 150 hazai és 20 külföldi résztvevőre számítanak. Az előkészítést és a lebonyolítást az ózdi helyi csoport végzi.

Végül *dr. Remport Zoltán* beszámolt a Hengerész Szakcsoport június 8—9-i ózdi üléséről, *Kondoray Egon* pedig a Diósgyőrben rendezett II. Kohászati-Gépészeti Szabványosítási Tanácskozásról adott rövid tájékoztatót.

(ÓA)

Öregdiákok találkozója Sopronban

Nem mindennapi találkozóra gyűltek össze 1972. júl. 7—9-én Sopronban az 1922—1926. években az akkori Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskolára beiratkozott bánya-, kohó- és erdőmérnökhallgatók, illetőleg ma már deresfejű, jórészt nyugdíjas „ultrasupraveteránok", hogy félévszázaddal visszaforgatva a suhanó idő kerekét, emlékezzenek a szerényen is bajtársias, néha bizony túlságosan hosszúra nyúlt, de mindenképpen színes és jóízű emlékeket idéző főiskolás éveikre.

Az első találkozáson — a régi Főiskola, ma Erdészeti és Faipari Egyetem aulája előtt, ahol az egyetem rektora, *dr. Cziráky József* üdvözölte a megjelenteket —, bizony sokan újra bemutatkoztak egymásnak, hiszen voltak olyanok, akik 45 éve nem találkoztak.

Az öt évfolyamra beiratkozottak mintegy egyötöde — 25 bányász, 11 kohász és 25 erdész, zömmel feleségükkel — jött el a találkozóra; volt, akit Colorado közepéből, vagy — a régi kedves török kollágánkat —, a Márvány-tenger partjáról, egy másik erdőmérnök barátunkat Antwerpenből húzott vissza a szíve, de többen Erdélyből és a Felvidékről jöttek felidézni az ifjúi évek közös küzdelmeit, örömét-búját.

Elgondolkoztató volt, s a régi *alma mater* sokrétű, alapos műszaki felkészítését bizonyította az „ismerkedést" követő pár órás összejövetel az egyetem egyik nagy rajztermében, ahol szakok és évfolyamok szerint címszószerűen ki-ki beszámolt élete folyásáról, munkaterületeiről, elért eredményeiről, e mozgalmas félévszázad okozta balsikereiről és — az unokák számáról. Ugyanitt olvasták fel az összejövetelt írásban üdvözlők leveleit, s emlékeztek meg kegyelettel az elhunyt tanítómesterekről és kollégákról.

Este a Magyar Művelődés Háza (volt kaszinó) éttermében közös ünnepi vacsora zárta le az első napot, melynek rendezvényein a régi tanárok közül *dr. Táreczy-Hornoch Antal* akadémikus és *dr. Falk Richárd* professzorok voltak jelen, míg a külföldön tartózkodó *dr. Vendel Miklós* akadémikus csak üdvözletét tolmácsoltathatta.

Július 8-án délelőtt a társaság több autóbusszal felejthetetlen kiránduláson vett részt az egyetem Brennberg melletti, szinte egyedülálló tanulmányi erdejében, ahol űdítő erdei séta után varázslatos környezetben elfogyasztott tízórai mellett kétórás kötetlen beszélgetés tárta fel és újította meg a régen szőtt és újra felelevenített barátságokat.

Este — rendhagyóan, de éppen ezért nagyon fegyelmezetten és szellemesen — ezúttal a feleségek jelenlétében tartott hangulatos szakestély idézte vissza a fiatalságot a régi diáknótákkal, színes és szívderítő vizsgaélményekkel, s a legutóbb örökre eltávozott egyik barátunk emlékének szentelt „kopogtatással".

Vasárnap — július 9-én — délelőtt az ősi város szülötte, a legízesebb soproni cicerone mutatta be utolérhetetlen szellemességgel az egyre épülő-szépülő, romjain évszázadok patináját megcsillogtató belváros gyöngyszemeit, s tett pontott a Soproni Hetek keretében a várostorony tövében térzenét adó fúvószenekar hangjai mellett három felejthetetlen nap élményeinek végére.

B. B.

Műszaki és gazdasági hírek

Nagyarányú kapacitásbővítés a VÖEST-nél

A VÖEST a közelmúltban elhatározta, hogy a jelenlegi 2,3 millió t/év acéltermelését 3,1 millió t/év-re növeli. Ezt mindenek előtt az teszi lehetővé, hogy a szélesszalagsor kapacitása a jelenlegi 130 et/hó-ról 180 et/hó-ra még növelhető. Ehhez viszont mind a folyamatos lemezbuga öntőmű, mind a lemezbuga előnyújtó kapacitását növelni kell.

A tervezett acéltermeléshez szükséges 2,8 millió t/év nyersvas biztosításához a meglevő nagyolvasztói kapacitások elegendőek, csupán a kohók nagyjavításának gyorsítása, ill. a maximális zsugorítvány részarány elérése szükséges. A zsugorítvány termelés növelésére 1973 márciusáig egy új, 168 m²-es felületű zsugorítvány szalagot és egy új érchomogenizáló berendezést építenek. Ezzel párhuzamosan bővítik a bunkereket, növelik a szállítóberendezések számát, stb.

Az acéltermelés növelésére megépítik a 3. LD-konvertert a hozzá kapcsolódó folyamatos öntőművel együtt. A konverterüzem 1973. I. negyedévében elkészül, míg a folyamatos öntőmű csak az év végén lép be. Ugyancsak bővítik a kokillaöntő csarnokot is, amelynek munkálatai ez év őszén már befejeződnek. A lemezbugasor kapacitásának növelése 3 új mélykemence megépítésével már megvalósult.

Kiemelkedőek a lemez- és szélesszalagsor beruházásai. Ennek keretében szükségessé válik 350 t/óra kapacitású áttolókemencék építése, a tekercselő- és szállítóberendezések teljesítményének fokozása, a nagyobb súlyú előnyújtott lemezbugák és tekercsek manipulálásához, a készsor főhajtásának növelése, valamint egy 7. állvány beépítése. Az első kemencét még ez év decemberében, a másodikat egy év múlva helyezik üzembe, míg a készsor munkálatai a jövő év elején fejeződnek be.

A hidegen hengerelt lemez termelését egy új hengermű megépítésével a jelenlegi 40 000 t/hó kapacitásról 90 000 t/hó kapacitásra tervezik növelni. Tervezett üzembevétel 1973 vége.

A VÖEST tervezett nagyarányú kapacitásbővítése már négy évvel ezelőtt elkezdődött. A beruházások össz költsége — beleértve egyéb, kapcsolódó beruházások megvalósítását is — eléri 9,6 milliárd Sch-et, melynek 75%-át a VÖEST saját erőből, 25%-át pedig kölcsön felvételével fedezi. (P)

Montan, Nr. 107/1972.

*

A világ vasérc termelésének fejlődése

Az acéltermelés növekedése nem mehetett volna végbe a vasérctermelés növekedése nélkül. Míg 1970-ben a világ vasérctermelése 670 millió t-t tett ki, addig 1975-re 820 millió t-val, míg 1980-ban 1000 millió t feletti értékkel számolnak. Az ércfelhasználás aránya az acélhoz az 1939-es 1: 1,36 arányról 1969-re 1: 23-ra csökkent.

A kohászati üzemek vasércfelhasználásában lényeges változás következett be az utóbbi húsz évben,

mind a minőség, mind a szemnagyság tekintetében. A darabos ércelőfordulások kimerülése és a gépesített fejtés, osztályozás megjelenése együttesen oda vezetett, hogy megkezdődött a finomszemcsés ércek koncentrálása, zsugorítása, ami a nagyolvasztók számára előnyösebb felhasználást biztosított. Néhány évvel ezelőtt újabb fejlődési fokozatot jelentett a pelletezés megjelenése. A világ zsugorítvány termelése az 1950 évi 46 millió t-ról 1969-re 358 millió t-ra növekedett. Míg a pellettermelés 1954-ben 1 millió t alatt volt, addig 1970-ben elérte a 117 millió t-t. Japán előrebecslések szerint a világ vasércigénye 1975-ben az alábbi lesz:

Darabos érc	254 millió t	31,0%
Zsugorítvány	414 millió t	51,0%
Pellet	153 millió t	18,0%
Összesen:	820 millió t	100,0%

A kereskedelmi érc Fe-tartalma, emelkedő tendenciát mutat, míg a bánya-érc Fe-tartalma csökken. Pl. a Szovjetunióban a bánya-érc 1960. évi 46,7%-os átlagos Fe-tartalma 1967-ben 42,8%-ra csökkent, ugyanakkor a kereskedelmi érc Fe-tartalma az 1958-as 53,4%-ról 1964-re 55,6%-ra növekedett. Ugyanez tapasztalható az USA-ban és Kanadában is. A pelletezésre alkalmas vasérc Fe-tartalma 65% felett van átlagosan, a zsugorítványok Fe-tartalma pedig 62% körül.

A világ legnagyobb vasértermelője a Szovjetunió, 1970-ben 210 millió t-val állt az élen. Míg Ausztrália 1965-ben alig exportált vasércet, addig 1969-ben a 38 millió t-ás termelésből 26 millió t-t exportált, s 1975-re Japánnak évi 70 millió t-t ad el. Nagyobb termelők még: Brazília (1970: 30 millió t), India (38 millió t), USA (86 millió t), Kanada (42 millió t).

A világ vasértermelését és a termelés várható alakulását mutatja az alábbi táblázat:

	Millió t-ban		
	1970	1975	1980
Közös Piac	26,6	56,0	51,0
Nyugat-Európa összesen	130,7	128,6	131,5
Szovjetunió	210,0	265,0	305,0
Európa összesen	352,0	407,9	451,5
Kanada	42,5	55,0	58,0
USA	86,5	93,0	98,0
Észak-Amerika összesen	129,0	148,0	156,0
Latin-Amerika	64,1	95,3	108,0
Amerika összesen	193,1	243,3	264,0
Afrika összesen	51,4	67,3	76,7
India	30,0	41,5	49,0
Távol-Kelet összesen ...	47,7	60,4	66,6
Óceánia	26,6	35,0	39,1
Világ összesen:	671,0	813,6	897,9

Az érc zsugorítvány és pellet termelés alakulását szemlélteti a következő táblázat:

millió t-ban

	1937	1950	1960	1965	1969
Agglomeráltérc-felhasználás	—	37,6	189,9	334,5	..
Össz. zsugorítvány termelés	—	46,7	192,2	315,7	385,0
Össz. pellet termelés	—	—	16,1	44,5	85,0
Össz. agglomerált termelés	—	46,7	208,3	360,2	470,0
Agglomerálatlan érc felhasználás nyersvas- és acélgyártáshoz	186,9 (100%)	206,5 (81,4%)	230,4 (35,5%)	198,4 (35,6%)	230,0 (32,8%)
Össz. ércfogyasztás nyersvas és acélgyártáshoz	186,9	253,2	438,8	558,7	700,0
A világ acéltermelése	137,2	191,5	346,2	456,4	558,2
Acél/érc arány	1/1,36	1/1,32	1/1,26	1/1,22	1/1,26 (p)

Iron Age, 1982. jan.

*

Vasércből acél — egy lépcsőben

Egy amerikai vállalat új eljárást szabadalmaztatott, amely közvetlenül érből — egy lépcsőben — acélt állít elő 30—60 perc alatt, 30 $/t acél önköltségi szint alatt. A technológia alkalmas bármilyen szénhez és érchez, amelynek Fe-tartalma legalább 15%. Az eljárás lényege: a vasérc — pellet vagy brikett formájában — még zsíros szenet és folyósítót is tartalmaz, amelyet a kemence salakfürdőjébe adagolnak. Itt gyors redukció következik be, mivel a salak hőmérséklete 1650—1980 °C körül van. Mind a salak, mind a fém folyamatosan halad át a kemencén.

Az eljárás minőségi acélok előállítására alkalmas, de oxigénbefúvással és ötvözők beadagolásával — a kemence meghosszabbított, másodlagos zónájában — rozsdamentes és egyéb különleges acélok is gyárthatók. A vállalat tervbe vette, hogy 7 millió $ befektetéssel egy 500 000 t/év kapacitású üzemet telepít az eljárásra, amelynél az 1 t acélra eső önköltség a 22—24 $-t nem haladja meg. (P)

Industrial Reporter, 1972. No. 1.

*

Új kohászati kombinát épül Lengyelországban

Az ez év márciusában megkötött szovjet—lengyel kormányközi megállapodás alapján a Szovjetunió segítséget nyújt Lengyelországnak egy 4,5 millió t/év kapacitású „Centrum" elnevezésű kohászati kombinát felépítésében. A Katowicétől 25 km-re felépülő kombinát 1972—78 közötti megvalósítása a szakemberek szerint csak nyitányát jelenti a lengyel vaskohászat alapvető újjászervezésének és koncentrációjának. A szovjet segítség fél milliárd deviza-zloty nagyságrendű (1975-ig 350 millió, 1976—77-ben 150 millió), de ezen túlmenően közreműködik a szovjet fél a tervezésben, a gépek és berendezések szállításában, szakértők révén az építésben és üzembehelyezésben, továbbá a szakemberképzésben.

A munkaerőállátást a különböző kisebb, elavult acélművek leállítása révén felszabaduló létszámmal oldják meg.

A Szovjetunióból szállított berendezések közül említést érdemel a két 3200 m³-es nagyolvasztó, (az eddigi legnagyobb lengyel kohó 2000 m³-es) és a két 350 t-ás konverterrel ellátott LD-üzem (eddig csak 150 t-ás konverter üzemelt).

Az új kombinát első lépcsője 1976-ban kezdi el a termelést, míg 1978-ra az üzem teljesen kiépül. (P.)

Montan, Nr. 84/1972.

*

„Mini" acélművek Spanyolországban

Spanyol vállalatok egy csoportja 240 millió peseta beruházási költséggel egy 120 000 t/év kapacitású acélművet tervez telepíteni Sevillában, ugyanakkor Siderurgica Andalusia néven új vállalatot is alapítanak. A 300 főt foglalkoztató üzem elektrokemencékkel lesz felszerelve, és hengerműve a helyi építőipari igényeket fogja kielégíteni.

Egy másik, Teruel-ben létesítendő 600 000 t/év kapacitású acélmű gondolata is felmerült, melyet az

Ojos Negros-i ércelőfordulásra és a helyi lignitre telepítenének. A 95% Fe-tartalmú pelletet elektrokemencékkel tervezik megolvasztani. (P)

Metal Bulletin, No. 5688.

*

Megépül az ötödik olasz tengerparti acélmű

Az olasz Költségvetési és Tervezési Minisztérium támogatása révén az Italsider ötödik tengerparti acélművének létesítése a megvalósítás fázisába lépett. A 4,5 millió t/év nyersacél kapacitású, 7500 főt foglalkoztató acélművet, Gioia Tauro-ban (Calabria) építik. fel. Az acélműben nem hagyományos nagyolvasztókat, hanem elektrokemencéket szándékoznak beállítani. (P)

Montan, No. 41/1972.

*

Új acélfonalelőállító eljárás

Az Egyesült Államokban olyan eljárást dolgoztak ki, amelynek segítségével számos szervetlen anyagból végtelen hosszúságú fonalat lehet előállítani. Ezek közül a legjelentősebbnek látszik az acélból készült elemi szál kifejlesztése, amelyet többek között az autóabroncsgyártáshoz szükséges kordszövet előállításához lehet felhasználni.

Az új eljárással olyan vékony fémszálak fonhatók, amelyek normális gépeken minden külön kiegészítő berendezés nélkül dolgozhatók fel.

A Szovjetunióban sikeres kísérleteket hajtottak végre acélkötélből készült merítőhálókkal. A hálók előállításához 2,5 mm átmérőjű acélkötelet használnak fel; az eddig használatos műanyagkötelek kétszer ilyen vastagok voltak. A méret csökkenése folytán a hálónak sokkal kisebb az ellenállása vontatás esetén. A Szovjetunió halászati flottája számára már gyártják ezeket az acélkötelekből készülő hálókat. (HW)

Világgazdaság, 1972. jún. 13.

*

Spanyol export a Szovjetunióba

Több spanyol acélipari cég elnökéből álló küldöttség utazik rövidesen a Szovjetunióba, hogy az acélexport — főként az idomacélkivitel — bővítéséről tárgyaljon a szovjet importőrökkel. Az egyhetes tárgyalássorozaton a fémipari szakszervezet elnökén kívül három nagyvállalat, az Ensidesa, az Unisan és az AHV vezetője vesz részt. A látogatás a spanyol acéltermelőknek azt a törekvését tükrözi, hogy megszilárdítsák egyes termékeik piaci helyzetét. (HW)

Világgazdaság, 1972. jún. 13

*

Kína acéltermelése

Kínai hivatalos közlés szerint az országban a múlt évben 21 millió tonna acélt gyártottak, és így 18 százalékkal haladták meg az 1970. évi eredményt. A 21 millió tonna acél egy részét 15 nagy acélműben, másik részét pedig a középnagyságú és kis acélművek egész sorában állították elő. A nagy üzemekben 1—2 millió tonnás átlagteljesítmény alakult ki. A jelenlegi vezetőség a nagyobb acélművek fejlesztése mellett támogatja a kis- és középnagyságú üzemekben folyó helyi acélgyártást is.

A legutóbbi években számos ilyen kis vasmű keletkezett; ezek a hivatalos adatok szerint tavaly 40 százalékkal tudták termelésüket az előző évihez képest emelni. Létesítettek kisméretű helyi vasércbányákat is, ezzel lehetővé vált a vasérctermelés 26 százalékos emelkedése.

Sanghajban különböző nagyságú acélművekből kohászati központ alakult ki. Az ottani állandó ipari termékbemutatón 80 féle ötvözött acélfajtát állították ki, ezen kívül varratnélküli rozsdamentes acélcsöveket, hidegen húzott profilcsöveket, és számos más nemesacél terméket, ezek között fúrófejek gyártására szolgáló krómmentes ötvözött acélt is. (HW)

Világgazdaság, 1972. jún. 13.

*

Japán hengereltáru szállítás Kínába

Japán ipari körökben attól tartanak, hogy a múlt évhez képest idén erősen visszaesik Kína acélvásárlása, mert nem hajlandók megadni a Japán által kért magasabb árakat.

A Sumitomo cégnek mégis sikerült — hosszas alkudozás után — közel 50 000 tonna acél-készgyártmányt eladni Kínának. A tavaszi kantoni vásáron megkezdett tárgyalások, éppen az árak feletti alkudozás miatt csak most fejeződtek be. Az aláírt szerződés még nem végleges, s a Sumitomo szóvívője — bár pontos árakat nem volt hajlandó közölni — elmondotta, hogy sikerült általában 5 százalékkal magasabb árakat elérni. Meggyőződése, hogy a japán ipar idei eladásai is elérik a tavalyi szintet. (HW)

Világgazdaság, 1972. jún. 13.

*

Összevonják az osztrák acélműveket

1972. június 15-én Ausztriában döntés született az osztrák vas- és acélipar koncentrációjáról. Az osztrák államosított ipar csúcsszerve, az OIAG illetékes vezetői még mindig nem alakították ki végleges álláspontjukat.

A helyzet megismeréséhez érdemes felsorolni a négy vállalat évi termelési értékét.

VÖEST 11 milliárd schilling

Österreichisch-Alpine Montanunion 7 milliárd schilling

Böhlerwerke 5 milliárd schilling

Schöller-Bleckmann 2 milliárd schillling

Termelési szempontból leghátrányosabb helyzetben az Österreichisch-Alpine Montanunion vállalat van, mivel telepei az ország belsejében vízi utaktól elzárva helyezkednek el.

Legkedvezőbb a VÖEST helyzete, mely a Duna—Majna—Rajna-csatorna megnyitása után majd közvetlen vízi úttal rendelkezik a tengerre.

Bruno Kreisky kancellár az osztrák acélipari nagy konszern létrehozásának szükségességét a Közös Piaccal való kapcsolatok szorosabbá fűzésével indokolja, mely csak életképes nagyvállalatok létét tűri meg.

Az eddig elhangzott ötletek közül az egyik a VÖEST és Alpine Montanunion fúzióját javasolja, melyhez a Schöller-Bleckmann és Böhlerwerke leányvállalatként kapcsolódnának. Más megoldás lenne egy *holding* egyesülés életrehívása. Ismét más javaslat az ún. *Böhler-terv*, mely az osztrák vas- és acélipar részére Linzben egyetlen nagyolvasztómű fenntartását tartja célszerű megoldásnak.

Egy biztos, hogy az egyesülés után létrejövő nagyvállalat nagyságrendben a világranglista huszadik helyén állna, és versenyképes lenne a világpiacon. Sajnos, a döntéshez tudni kellene a hazai nyersanyagok tényleges felhasználási árait, ez azonban a jelenlegi helyzetben szinte lehetetlen kívánság. (HW)

Osztrák TV. 1972. jún. 2-i adásából

*

Belgium acéltermelése

Belgium növelte nyersacéltermelését. Májusban 1,22 millió, júniusban pedig 1,27 millió tonnát állított elő. (Tavaly júniusban 1,1 millió tonna nyersacélt gyártott.) (HW)

Világgazdaság 1972. július 11.

*

Lengyelország acéltermelése

Lengyelország évente több mint 13 millió tonna acélt termel, így a világranglistán az első tíz között van. A vaskohászat gyorsan fejlődik, csaknem tízszer annyi acélt állít elő, mint a háború előtt, mégis érezhető a vasipari termékek hiánya. A hiány megszüntetése érdekében határozatot hoztak az iparág gyors fejlesztéséről és modernizálásáról. Új üzemek építését is előirányozták. Zombkovice—Losenj körzetében már elkezdték egy hatalmas vasipari üzem építését. A lengyel vaskohászat gyors fejlődése nagyrészt a KGST-országokkal — elsősorban a Szovjetunióval — való együttműködésének az eredménye. (HW)

Világgazdaság 1972. július 11.

Korszerű anyagvizsgáló berendezések

Hazai fejlesztésű, elektronikus berendezés automatikus képelemzéshez (VIDIMET-1)

A Vasipari Kutató Intézet Fémtani Osztályán a Központi Fizikai Kutató Intézet szakembereinek közreműködésével automatikus képelemző berendezést fejlesztettünk ki. A berendezés — melyet VIDIMET-1-nek neveztünk el — a legfontosabb mérési feladatot tudja megoldani a kvantitatív mérések köréből: nevezetesen azt, hogy a vizsgált képen hány százalék a fehér terület.

A berendezés három részből áll, mint ahogy az a berendezés fényképéről is látszik *(1. ábra)*:

1. TV-kamera,
2. TV-monitor,
3. elektronikus kiértékelő egység.

A berendezés bármilyen fénymikroszkóphoz vagy általában képet szolgáltató berendezéshez csatlakoztatható.

A berendezésen a fekete-fehér tartományok közötti elválasztó szint folyamatosan változtatható, így több különböző feketeségi szint is szétválasztható. A berendezés jól alkalmazható ferrit-perlit arány, zárványosság, grafit-hányad vagy porozitás vizsgálatára. Természetesen az alkalmazási területeket evvel még nem merítettük ki.

A berendezés hazánkban kapható egységekből, illetve alkatrészekből épül fel. A berendezést a Vasipari Kutató Intézet gyártja. A részletek iránt érdeklődni lehet:

Verő Balázs-nál
Vasipari Kutató Intézet
Fémtani Osztály
Budapest XI., Fehérvári út 130. Tel.: 250-020/122

Verő Balázs—Eördögh Imre—Szabó Zoltán

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYTERVEZET

MSZ 500 T (Az MSZ 500—66 helyett) *Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acél*

A szabványtervezet több figyelemreméltó változtatást tartalmaz a jelenlegi előírásokhoz képest. Az anyagminőségi választék kiegészült egy új, A 44 jelű, 28 kp/mm² folyáshatárú acéllal. A Nemzetközi Szabványosítási Szervezet szerkezeti acélokkal foglalkozó albizottsága ezt a típust fogadta el az A 42 típus helyett, mivel arányosabban helyezkedik el a 38 és az 50 kp/mm² szakítószilárdságú tartományban. Az A 42-es acél megmaradt ugyan a tervezetben, de csak ideiglenes jelleggel, alkalmazása új szerkezetekhez nem ajánlott. Felvételre került az ISO V-bemetszésű ütőpróbatest szerinti vizsgálat is, mely a B jelű acéloknál is követelmény. Ez a változás feleslegessé tette az eddigi Ü-jelű minőségeket. Új, hogy félig csillapított kivitelben rendelt termékeket a gyártómű csillapítottan is szállíthat, ez a programozási lehetőségeket könnyíti, ugyanakkor a rendeltetésszerű felhasználhatóságot előnyösen befolyásolja.

Az A típusú acélok Mn-tartalmának előírása elmaradt, az A 38 B minőség C-tartalma 0,20%-ra csökkent. Kis mértékben csökkent a kéntartalom és emelkedtek egyes mechanikai értékek.

Teljesen átdolgozásra kerültek a felületi előírásokra, a vizsgálatra és a szállításra vonatkozó követelmények, melyek kiterjednek a hengerelt és hántolt rudakra, a lemezekre egyaránt és így lehetővé válik az MSZ 21, az MSZ 259 és az MSZ 17720 szabványok már korábban elhatározott megszüntetése. (KE)

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: LOMNICZY DEZSŐ

Az alumíniumszulfátgyártás Magyarországon

HARRACH WALTER okl. vegyészmérnök
Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyár

DK: 546.623'226 (439) : 658.51 : 676.1/.2

Az alumíniumszulfát fő felhasználási területe a papíripar, különlegesen tiszta vegyszereket igényel. Ennek előállítására legegyszerűbb út a tiszta timföldhidrátból való gyártás. Léteznek azonban eljárások szennyezettebb nyersanyagból történő gyártásra. A Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyár hidrátból indul ki. A termelt mennyiség nem tudja kielégíteni a növekvő igényeket, ezért az üzem bővítését tervezik.

Az alumíniumszulfát az alumíniumoxid után a leginkább elterjedt alumíniumvegyület. Fő felhasználási területei a papíripar és a szennyvíztisztítás. A papírgyártásnál 100 kg papírárú durván 2,5—3 kg alumíniumszulfátot igényel. Fontos az alumíniumszulfát nagy tisztasága. Különösen a vastartalom zavar, mert a papír sárgulásához vezet.

Szennyvizek derítésénél az alumíniumszulfát mint flokkuláló reagens szerepel. E felhasználáshoz nincs szükség különösebb tisztaságra.

A textilfestésnél, ahol az alumíniumszulfátot alizarin és hasonló színezőanyagok gyapjúra való rögzítésére használják pácolóanyagként, ugyancsak fontos a vegyszer nagy tisztasága. Bőrcserzésre használt szulfátnál kevésbé fontos a tisztaság. Ez a felhasználási terület különféle szintetikus cserzőanyagok elterjedése óta egyre kisebb jelentőségű. Alumíniumszulfátot használnak továbbá vetőmag pácolására, ásványi olajok szagtalanítására, glicerinnek a szappangyártás lúgjának kinyerésére és alumíniumvegyületek előállítására. Régebben a 14—15% Al_2O_3 tartalmú árut normál szulfátnak, a 17—18% alumíniumoxid tartalmút koncentrált alumíniumszulfátnak nevezték [1]. Ma zömmel a 17—18%-os árut gyártják, a másodrendű áru csak alárendelt célokra kerül felhasználásra.

Az alumíniumszulfát gyártása alapvetően kétféle kiindulóanyagból történik: timföldhidrátból egy lépésben készül a nagy tisztaságú alumíniumszulfát, agyagból, kaolinból, tempalából, bauxitból stb. több lépésben és kevésbé tiszta terméket állítanak elő. A természetes és minden esetben bizonyos mértékig szennyező ásványokat tartalmazó nyersanyagok felhasználásánál a szennyezők egy részének beoldódásával kell számolni. A beoldódás csökkentésére vagy az oldott szennyeződések eltávolítására számos javaslat létezik.

Az agyagos jellegű nyersanyagok izzítása során az alábbi reakció játszódik le 450—750 C° tartományban.

$$Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2 \cdot 2\ H_2O — Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2 + 2\ H_2O$$

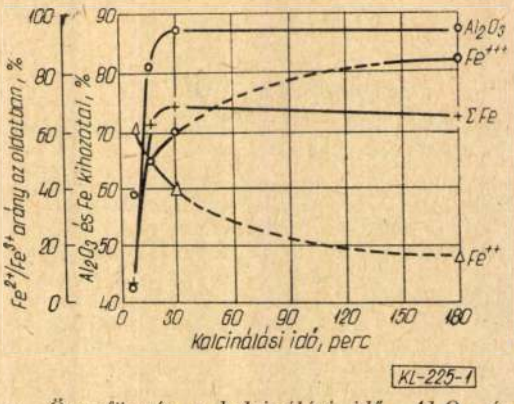
A keletkező metakaolint savakban jobban oldódik mint a kiinduló vegyület.

Az összefüggést a kalcinálás időtartama, az Al_2O_3 oldhatósága és a Fe^{2+}/Fe^{3+} arány között az *1. ábra* szemlélteti.

A nyersanyag bekeverése és feltárása a legkülönfélébb módokon történik a timföldgyártásban ismert toronyeljárástól kezdve [2] — a folyadékot a reaktorba töltött darabos anyagon áramoltatják át — a nyersanyagnak kénsav jelenlétében történő nedves őrlésén át [3] a turbókeverővel történő bekeverésig [4]. Létezik javaslat az agyag előzetes kezelésére is, amely kezelés híg kénsavoldatban való őrlést, majd az őrlemény izzítását és másodszori oldást foglal magában [5]. Az oldás legtöbbször szakaszosan történik, de a berendezések jobb kihasználására létezik olyan javaslat folyamatos bekeverésre és anyagelvételre is [6], melynél az elegy csak 30 mp-ig tartózkodik a reaktorban.

Mindazon eljárásoknál, ahol kénsavtartalmú anyalúg marad az elválasztás után, azt valamilyen formában visszakeringetik a rendszerbe a kénsavveszteségek csökkentése érdekében [7], [8], [9]. A feldolgozandó nyersanyagot először a recirkulált anyalúggal kezelik, és utána erősítik fel az oldatot friss sav hozzáadásával [10]. Helyi adottságoktól függően kénsavas vasszulfát oldatot is használnak feloldószerként. Ilyenkor a ferroszulfátot ferriszulfáttá oxidálják, majd az oldás befejezés után a vasat ferri hidroxid formájában csapják le, és a szuszpendált SiO_2-vel együtt kiszűrik. A szűrletből a tiszta alumíniumszulfát kikristályosítható [11]. Elősegíti a ferrivegyületek leválását, ha az oldást a stöchiometrikus aránynál kevesebb kénsavval végzik [12].

Ismeretes olyan javaslat is, mely az alumíniumszulfátgyártás nyersanyagát először mésztejjel keveri, és ezután végzi el az oldást kénsavas vas-



1. ábra. Összefüggés a kalcinálási idő, Al_2O_3- és Fe-kihozatal, továbbá a Fe^{2+}/Fe^{3+} között

szulfátoldattal, végül oxigénbefúvatás [13] következik.

Mint minden jól kidolgozott és szabadalmakkal védett eljárásra az alumíniumszulfát gyártására is léteznek bonyolultabb és nagy tisztaságú végterméket ígérő javaslatok is, ezek igazi célja azonban legtöbbször a már meglevő szabadalmi védettség megkerülése.

Természetes nyersanyagokból kiinduló gyártásnál megfelelő minőségű termék elérése érdekében alkalmazható a nyersanyag oldás előtti izzítása 600—700 °C hőmérsékleten, ami csökkenti a szennyezés beoldódási hajlamát és így kénsavmegtakarítást is eredményez [14].

E szennyezőket tartalmazó oldatokból különösen a vas és szilícium vegyületeinek eltávolítása fontos.

A vasnak ferri-ferrocianiddal való leválasztása elképzelhető [15], de ez a szűrési problémák miatt nehézkes. A frakcionált kristályosítást pedig megnehezíti, hogy az alumíniumszulfátok közül a centrifugálás során nehezen távolítható el az anyalúg. Ezen savfelesleg jelenlétében végzett vákuumbepárlás segíthet [16], ami az oldat vastartalmát 1—2 %-ról 0,015% Fe értékre csökkentheti.

A sok kovasavat tartalmzó kőzetekből történő alumíniumszulfátgyártásnál kolloid SiO_2 jut az oldatban, melynek eltávolítása szintén körülményes. A kolloidszemcsék koagulálására 100 °C feletti hőmérsékleten történő bepárlás és ammóniumszulfát adagolása vezethet eredményre.

A kezelés következtében az oldat SiO_2 tartalma 0,082 g/l értékről 0,0009 g/l értékre csökkenthető [17], [18,]. A vastartalom csökkentésére ioncserélőgyanta alkalmazására tett javaslat is ismeretes [19], [20].

Az oldás után a leszűrt vagy tiszta hidrátból történő gyártás esetén a szűrés nélküli tiszta oldatot besűrítik. Az oldást a legtöbb eljárás úgy állítja be, hogy minimális vízmennyiséget kelljen elpárologtatni [21]. A szennyezők eltávolítása (pl. kolloid SiO_2 koagulálása) hosszabb ideig tartó forralást vagy erősebb bepárlást tehet szükségessé. Vákuumbepárlást is alkalmaznak egyes eljárások [22], míg más eljárásnál a besűrítést követő hűtés előtti hőntartást javasolják egy-két órán át 90—100 °C hőmérsékleten anyalúg zárványok elkerülésére [23].

A besűrített oldatot kiöntve és lehűtve az alumíniumszulfát kikristályosodik, illetve a besűrített oldat megdermed. Régebben a dermesztést kádakban vagy tálcákban végezték, ahonnan kézi erővel szedték fel a megszilárdult terméket. Ezt a műveletet újabban lapátos vagy kanalas rakodótargoncákkal végzik. Hűtött billenőtálcák alkalmazásával a dermedés gyorsasága és a táblák nagysága szabályozható [24]. Korszerűbb eljárás a besűrített oldatnak mozgó fémszalagon történő megdermesztése. [25]. E módszer előnyei:

— a szalag sebessége tág határok között változtatható

— a hűtés sokkal intenzívebb, mint a tálcás dermesztésnél,

— aprítási energiaszükséglet nincs, vagy nagyon kevés,

— az eljárás helyigénye kisebb, mint a tálcás módszeré.

Hátránya a szalagon való dermesztésnek a szalag elhasználódása miatti többletköltség és a korrózionak kitett mozgó alkatrészek. A szalag rézzel borított vagy saválló acélból készül. A dermesztési hőmérsékletre a legkülönfélébb javaslatok léteznek 38—95 °C között [26], [27].

A hűtés egy- vagy két oldalról történhet és hűtőközegként levegő vagy a dermedő oldattal ellentétes oldalról történő hűtés esetén víz vagy sóoldat is szolgálhat.

A kristályosodás meggyorsítására az aprításból eredő poros frakció egy részét oltókristályként használják fel. Az oltóanyag arány 2% [28].

Míg a tálcás dermesztésnél 6—10 cm a dermedő táblák rétegvastagsága, addig szalagon való kristályosításnál 5—15 mm vastag réteggel dolgoznak. Léteznek eljárások, ahol vákuumkristályosítást, majd ezt követően centrifugálást alkalmaznak. Itt fordulhat elő a már korábban említett jelenség, hogy gyors túlhűlés miatt a kristályokban anyalúg zárványok keletkeznek. Ennek kiküszöbölésére célszerű a vákuumkristályosító berendezés és a centrifuga között fűtött átmenőtartályt alkalmazni [29]. Lehet a kristályosítást, illetve dermesztést porlasztással is végezni, és ekkor az aprítási munka teljesen elmarad. A porlasztási hőmérséklet 100—112 °C, az alkalmazott nyomás 2—3 kp/cm^2 [30].

A megdermedt alumíniumszulfátot a következő technológiai lépésben a kívánt szemcsenagyságra aprítják. Egyes eljárásoknál azonban előzőleg 150 °C hőmérsékletű levegőáramban levő melegítéssel történő dúsítást javasolanak. Így az alumíniumoxidtartalom 24%-ig növelhető, és a termék még jól oldódik vízben [31], [32]. Jól tervezett üzemeknél az aprítási műveletet — amennyiben erre az előzetes technológiai lépésektől függően egyáltalán szükség van — a lehető legkisebbre méretezik. Köztudott dolog ugyanis, hogy a törésnél keletkező porfinom frakció aránya mindig nagyobb a piaci igénynél. Ezért pofás vagy kalapácsos törő után második törő vagy őrlőberendezést tervezni nem szoktak, ez csak feleslegesen növelné a beruházási költségeket.

Az aprított alumíniumszulfátot az alábbi 3—4 frakcióban használja fel az ipar:

0— 3 mm
3—10 mm
10—30 mm
30—70 mm

Számos üzemben még ún. táblás árut oldanak be, mely a hűtőtálcákról felszedett 5—20 kg súlyú darabokat jelent.

Az alumíniumszulfát osztályozásához a feldolgozó iparokból ismert vibrációs szitákat használják a legelterjedtebben.

Magyarországon alumíniumoxidtartalmú nyersanyagok és a timföldgyártásból alumíniumhidrát is rendelkezésre áll az alumíniumszulfát előállításához. A gyártás kifejlesztése népgazdasági érdek és jól illik abba a koncepcióba, melynek célja alumíniumkincsünket minél értékesebb formában

elhelyezni a nemzetközi piacon. A volt *Kelenföldi Vegyészeti Gyár* (később *Budalakk* egy üzeme) sokéves gyártás után adta át a gyártási profilt 1971-ben a *MOTIM Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyárnak*, ahol a korábbi nem túlságosan korszerű alumíniumszulfátüzem helyett új, 30 000 t kapacitású modern üzemben folytatták a gyártást. Az új üzem automatizált adagbeállítással dolgozik, nyersanyaga alumíniumhidrát, a dermesztés tálcákon történik, a terméket kalapácsos törőn aprítják, az osztályozást kétsíkú vibrátor végzi.

A MOTIM a hazai igények ellátásán kívül *Ausztriába*, *NSZK*-ba, *Svájcba* export álalumíniumszulfátot.

A szállítható méretek 0—2 mm, 2—10 mm, 10—70 mm.

Kémiai összetétel:

Al_2O_3 min.	17%
szabad Al_2O_3 max.	0,6% (lúgosság)
szabad H_2SO_4	0,0% (savasság)
oldhatatlan maradék max.	0,08%
Fe max.	0,01%

Az 1972 első félév eredményei bebizonyították, hogy a meglevő termelési kapacitás nem elég, ezért megkezdődtek a kapacitásbővítés előkészítő munkái, és remélhető, hogy az újabb bővítés után az eddigi évi 11 000 t helyett ennél sokkal nagyobb mennyiség szabadítható fel exportra a belföldi igények várható emelkedése mellett is.

IRODALOM

[1] Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie. 1953 München III. 425. o.
[2] 930871 sz. NSZK szabadalom.
[3] 3079228 sz. USA szabadalom.
[4] 796856 sz. angol szabadalom.
[5] 2531978 sz. USA szabadalom.
[6] 213375 sz. osztrák szabadalom.
[7] 3143392 sz. USA szabadalom.
[8] 3141743 sz. USA szabadalom.
[9] 2958580 sz. USA szabadalom.
[10] 3078164 sz. USA szabadalom.
[11] 2907633 sz. USA szabadalom.
[12] *Siebert R., Scholze G., Ziegenbalg S.:* Investigations on the production of low iron-content aluminium sulphate from clay Proceedings of the Second International Symposium of ICSOBA 3. p. 403—414. Budapest 1971.
[13] 2844439 sz. USA szabadalom.
[14] 1031296 sz. NSZK szabadalom.
[15] 3141733 sz. USA szabadalom.
[16] 1191796 sz. NSZK szabadalom.
[17] 1172248 sz. NSZK szabadalom.
[18] 914187 sz. USA szabadalom.
[19] 3331662 sz. USA szabadalom.
[20] 3323865 sz. USA szabadalom.
[21] 506034 sz. angol szabadalom.
[22] 119196 sz. NSZK szabadalom.
[23] 1159419 sz. NSZK szabadalom.
[24] 954757 sz. francia szabadalom.
[25] 3011878 sz. USA szabadalom.
[26] 122025 sz. francia szabadalom.
[27] 1146042 sz. NSZK szabadalom.
[28] 1148340 sz. NSZK szabadalom.
[29] 920964 sz. NSZK szabadalom.
[30] 1252644 sz. NSZK szabadalom.
[31] 886597 sz. NSZK szabadalom.
[32] 3330622 sz. USA szabadalom.

Alumíniumelektrolizáló kádak optimális katódélettartamának meghatározása

SILLINGER NÁNDOR okl. kohómérnök
Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó

DK: 669.713.7 : 62—465 : 621.3.032.2

A szerző tanulmányában a katód kikapcsolásának célszerű időpontját a ráfordítások oldaláról közelíti meg és ehhez önköltség függvényt állít fel.

Mint ismeretes, az elektrolizáló kád katódjában élettartama alatt jelentős változások mennek végbe. Az elektrolit és a fém beitatódása a katódbélésbe, valamint a termikus hatások olyan következményekkel járnak, mint a katódszenek deformálódása, a katód villamos ellenállásának növekedése, az áramhatásfok csökkenése és végső esetben a fémminőség számottevő romlása. A katódok felújítás céljából való kikapcsolását általában a katódfeszültségesés, az áramhatásfok és a fémminőség együttes mérlegelésével döntik el. Így előfordul, hogy egy kád még jó minőségű fémet termel, de a megnövekedett katódellenállása, illetve az üzemi átlagnál 1—3%-kal kisebb áramhatásfoka miatt mégis kikapcsolják. Valójában a nagyobb energiafelhasználás ellenére is gazdaságos lehet a kád további üzemeltetése.

Jelen tanulmányban a katód kikapcsolásának célszerű időpontját a ráfordítások oldaláról közelítjük meg. A számítás két ellentétes hatású költségtényezőn alapul.

A katód életkorának növekedésével:

— csökken a termelt fém egységére jutó felújítási költség;

— nő a fajlagos villamosenergia felhasználás;

— illetve az áramhatásfok romlása esetén megnő a termelt fém egységére jutó állandó költség is.

Az önköltség ott lesz minimum, ahol ezek a hatások kompenzálják egymást.

Az önköltségfüggvény felállításához először azt kell megvizsgálni, milyen hatást gyakorol az élettartam változtatása a kád energetikai viszonyaira.

Katódélettartam hatása az elektrolizáló kád energetikai viszonyaira

Általános tapasztalat az alumíniumelektrolizis gyakorlatában, hogy a kádak katód feszültségesése növekvő tendenciájú a katód életkorának függvényében. A növekedés mértéke a katód 3—6 éves élettartama alatt 100—300 mV nagyságrendű. Ez a feszültségtöbblet a kád energia bevételét növeli, mely a kedvező elektrolit hőmérséklethez tartozó hőegyensúly megbomlásához vezetne, ezért általában a pólustávolság csökkentésével

ellensúlyozzák többé-kevésbé a feszültségnövekedést.

A pólustávolság csökkentése viszont — egy adott értéken belül — az áramhatásfok számottevő csökkenését okozza. [1]

Az energiamérleg segítségével [2], [3] meghatározzuk, milyen feszültségen lesz a kád a megváltozott áramhatásfok esetén hőegyensúlyban:

$$U \cdot I = 6{,}60 \cdot 0{,}3354 \cdot I \cdot \eta + W \qquad (1)$$

ahol U a kád átlagfeszültsége a katódsinek és az anódtüskék végei között, az effektusok többletfeszültségének figyelembevételével (V)

I a kádon átfolyó áram erőssége (kA)

6,60 az alumíniumtermeléssel arányos energiafelhasználás (kWh/kg)

0,3354 az 1 kAh által elméletileg leválasztható alumínium tömege (kg/kAh)

η az áramhatásfok (tizedestörtben)

W a kád hőveszteség (kW)

Az (1) egyenlet a következő alakban is írható:

$$U = 2{,}21 \cdot \eta + \frac{W}{I} \qquad (2)$$

A (2) képlet alapján állandó áramerősség és hőveszteségviszonyok mellett az áramhatásfok csökkenése következtében a kád egyre kisebb feszültségen lenne hőegyensúlyban. Az üzemi gyakorlat viszont azt mutatja (pl. az Ajkai Alumíniumkohóban), hogy állandó áramerősség esetén a katód élettartamától függetlenül — az ingadozásoktól eltekintve — a kádfeszültség állandó, mely valószínűleg a katód kismértékű hőveszteségnövekedésével magyarázható [4].

Természetesen lehetséges, hogy a különböző üzemekben a helyi sajátosságoktól függően az áramhatásfok állandósága mellett a kádfeszültség emelkedik, vagy mindkét paraméter változik.

A továbbiakban ezen utóbbi általános esetet (áramhatásfok- és kádfeszültségváltozás) vizsgáljuk.

A nyersalumínium önköltsége a katód élettartamának függvényében

A katód teljes élettartama alatt a termelt fém egy tonnájára eső átlagos önköltséget a következő képlettel számítjuk:

$$\ddot{O}(z) = p + \frac{B(z) + C + E(z)}{M(z)} \qquad (3a)$$

ahol $\ddot{O}(z)$ a termelt fém átlagos önköltsége (Ft/t)

p a fajlagos proporcionális költség (Ft/t)

$B(z)$ az időegységre eső állandó költségek teljes katódélettartamra vonatkozó hányada (Ft/kád)

C a katódélettartamtól független állandó költség (Ft/kád)

$E(z)$ a katód teljes élettartama alatt felmerülő energiaköltség (Ft/kád)

$M(z)$ a katód élettartama alatt termelt fém összmennyisége (t/kád)

z katódélettartam (nap)

Az egyes tagokat részletesen felírva a következő önköltségfüggvényt kapjuk:

$$\ddot{O}(z) = p + \frac{\frac{b}{365} z + f + \frac{24k}{\eta_e} \int_{t=0}^{z} U(t) \cdot I(t)\, \mathrm{d}t}{8{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot \int_{t=0}^{z} I(t) \cdot \eta(t)\, \mathrm{d}t} \qquad (3b)$$

A (3b) képletben:

b egy kádra évenként jutó állandó költség (Ft/év. kád)

f a katód felújítási költség (Ft/kád)

k a váltóáramú energia ára (Ft/kWh)

t a kád bekapcsolásától eltelt idő (nap)

η_e egyenirányítási hatásfok (tizedestörtben)

$8{,}05 \cdot 10^{-3} = 1$ kA áramerősség esetén egy nap alatt elméletileg leválasztható alumínium mennyisége (t/kA. nap)

A katódélettartam függvényében felírt önköltségfüggvény szélsőérték vizsgálata szolgáltatja a minimális önköltséghez tartozó élettartamot.

Az optimális katódélettartam

A (3b) egyenletben taglalt önköltségfüggvénynek ott van szélsőértéke (esetünkben minimuma), ahol az önköltség élettartam szerinti differenciálhányadosa zérus:

$$\ddot{O}(z) \rightarrow \text{minimum},$$

ahol

$$\frac{\mathrm{d}\ddot{O}(z)}{\mathrm{d}z} = 0 \qquad (4a)$$

Elvégezve a deriválást (a zérustól különböző kiemelhető szorzók elhagyásával), a következő egyenletet kapjuk:

$$\left[\frac{b}{365} + \frac{24k}{\eta_e} \cdot U(z) \cdot I(z)\right] \cdot \int_{t=0}^{z} I(t) \cdot \eta(t)\, \mathrm{d}t -$$

$$- I(z) \cdot \eta(z) \left[\frac{b}{365} \cdot z + f + \frac{24k}{\eta_e} \int_{t=0}^{z} U(t) \cdot I(t)\, \mathrm{d}t\right] = 0 \qquad (4b)$$

Üzemi gyakorlatban általában az áramerősség állandó, a feszültség-életkor és áramhatásfok-életkor függvényeket pedig korrelációszámítással meghatározott lineáris függvényekkel helyettesítjük.

$$\eta(t) = \eta_0 - \alpha \cdot t \qquad (5)$$

$$U(t) = U_0 + \beta \cdot t \qquad (6)$$

(5) és (6) képletekben:

η_0, U_0 az új kád áramhatásfoka (tizedestörtben), ill. feszültségesése (V)

α az áramhatásfok csökkenésének mértéke (1/nap)

β a feszültség változásának mértéke (V/nap)

Az előzők figyelembevételével (4b) egyenlet a következő alakban írható az egyszerűsítések után:

$$\left[\frac{12kIU_0\alpha}{\eta_e} + \frac{12kI\beta\eta_0}{\eta_e} + \frac{\alpha b}{2 \cdot 365}\right] z^2 + f\alpha z - \eta_0 f = 0 \qquad (4c)$$

A kapott másodfokú egyenletből:

$$z_{opt}=\left|\frac{-f}{\frac{24kIU_0}{\eta_e}+\frac{b}{365}+\frac{24kI\eta_0}{\eta_e}\cdot\frac{\beta}{\alpha}}\right|+$$

$$+\sqrt{\left|\frac{f}{\frac{24kIU_0}{\eta_e}+\frac{b}{365}+\frac{24kU\eta_0}{\eta_e}\cdot\frac{\beta}{\alpha}}\right|^2+\left|\frac{f}{\frac{24kIU_0}{\eta_e}+\frac{b}{365}+\frac{24kI\eta_0}{e}\cdot\frac{\beta}{\alpha}}\right|\frac{2\eta_0}{\alpha}} \qquad (7a)$$

Tekintve, hogy a (7a) képletben szereplő zárójeles mennyiség legalább három nagyságrenddel kisebb, mint $\frac{2\eta_0}{\alpha}$, ezért mintegy 3—6% hiba melletti elhanyagolással egyszerű képletet kapunk:

$$z_{opt}=\sqrt{\frac{2\eta_0 f}{\left[\frac{24kIU_0}{\eta_e}+\frac{b}{365}\right]\alpha+\frac{24kI\eta_0}{\eta_e}\beta}} \qquad (7b)$$

(7b) képlet alapján az optimális élettartam növelése irányában hatnak a következő tényezők:

— növekvő felújítási költség
— minél nagyobb az új kádak áramhatásfoka
— ha csökken a váltóáramú energia ára
— ha kisebb áramerősséggel üzemelünk
— ha az új kádak átlagfeszültsége csökken
— ha csökken az egy kádra évenként eső állandó költség
— ha az áramhatásfok kevésbé romlik az életkor függvényében
— ha a kádfeszültség növekedése kismértékű a katód üzemideje alatt.

Természetesen a képlet pontosságát eléggé bizonytalanná teszi a benne szereplő tényezők meghatározásának nehézsége, irányadatként viszont kétségkívül jobban felhasználható, mint a kádak üzeme gazdaságosságának megítélésére jelenleg alkalmazott szubjektív módszer.

Példa a kidolgozott módszer alkalmazására

Vegyünk példának egy olyan kohót, amelyre a következő felvett adatok jellemzők:

— üzemben levő kádszám:	n	=151 db
— áramerősség	I	=50 kA
— kapacitás	N	=19 120 t/év
— közepes katódélettartam	z	=4 év
— feszültség-életkor függvény:	U	$=4{,}437+4{,}5\cdot10^{-5}t$
— áramhatásfok-életkor függvény:	η	$=0{,}875-1{,}8\cdot10^{-5}t$
— kohófém szűkített önköltsége:	Ö	=16 500 Ft/t
— közvetlen anyag:	p	=8000 Ft/t
— energia:	e	=6000 Ft/t
— egyéb:	c	=2500 Ft/t
— felújítási költség:	f	=200 000 Ft/kád
— villamos energia ára:	k	=0,38 Ft/kWh
— egyenirányítási hatásfok:	η_e	=0,98

A felsorolt adatokból számítható az egy kádra jutó — felújítási ciklustól független — állandó költség, majd az optimális katódélettartam:

$$b^*=\frac{c\cdot N}{n}=316\,550\ \text{Ft/év}\cdot\text{kád}$$

Az így kiszámított költség még tartalmazza a kád egy évre jutó felújítási költségét (f^*) is, ezért azt le kell vonni.

$$f^*=\frac{f}{z}=50\,000\ \text{Ft/év}\cdot\text{kád}$$

$$b=b^*-f^*=266\,550\ \text{Ft/év}\cdot\text{kád}$$

(7b) képlet alapján az optimális katódélettartam:

$$z_{opt}=2258\ \text{nap}=6{,}2\ \text{év}$$

Érdemes meghatározni, hogy milyen önköltségcsökkenéssel jár, ha a katódélettartamot az adott 4 évről a számított 6,2 évre növelik. Ehhez vegyük fel a példaként bemutatott üzem önköltség-katódélettartam függvényét (3b) képlet alapján:

$$\ddot{O}(z)=$$

$$=8000+\frac{\frac{266\,550}{365}z+2000\,00}{8{,}05\cdot10^{-3}\cdot50\int_{t=0}^{z}(0{,}875-1{,}8\cdot10^{-5})\,dt}+$$

$$+\frac{\frac{24\cdot0{,}38\cdot50}{0{,}98}\int_{t=0}^{z}(4{,}437+4{,}5\cdot10^{-5})\,dt}{8{,}05\cdot10^{-3}\cdot50\int_{t=0}^{z}(0{,}875-1{,}8\cdot10^{-5})\,dt}$$

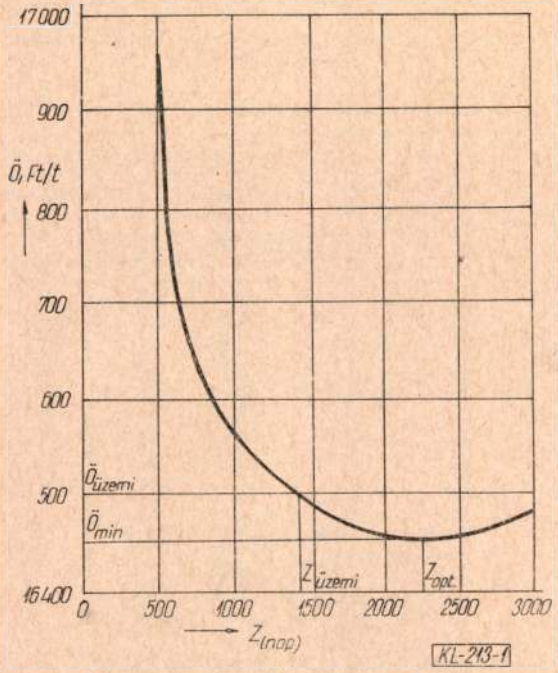
Elvégezve a műveleteket, a következő függvényt kapjuk:

$$\ddot{O}(z)=8000+\frac{2\cdot10^5+2795z+1{,}05\cdot10^{-2}z^2}{0{,}352z-3{,}61\cdot10^{-6}z^2}$$

A vizsgált példára vonatkozó önköltség-katódélettartam függvényt az *1. ábra* mutatja. Mint megállapítható, az elérhető minimális önköltség 16 455 Ft/t, és ehhez a kádak katódélettartamát kb. 50%-kal meg kell növelni.

Az ilyen mértékű élettartamnövelés egybeesik a gyakorlatban is megvalósítható értékkel, tekintve, hogy az alumíniumkohászatban élenjáró országokban a számított élettartam kb. az átlagos értéknek felel meg.

A teljesség kedvéért megjegyzzük, hogy a közölt módszer csak egyike a lehetséges variációknak. Természetesen más élettartamoptimumot kapunk akkor, ha a célfüggvényként nem a minimális önköltséget, hanem az időegységre jutó maximális nyereséget vagy az időegységre jutó max. fémtermelést tűzzük ki. Maximális nyereségkrité-



1. ábra. A nyersalumínium önköltsége a katódélettartam függvényében

rium esetén a probléma az általunk vizsgáltaknál lényegesen bonyolultabb [5], míg max. fémtermelés kritérium mellett egyszerűbb.

Ezen utóbbi esetben például a következő alakú a feltételi egyenlet:

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}z}\left[\frac{8{,}05\cdot 10^{-3}\int_{t=0}^{z} I(t)\cdot\eta(t)\,\mathrm{d}t}{z+v}\right]=0 \qquad (8)$$

ahol v a katódfelújítás miatt a termelésből kiesett, más szóval veszteségidő (nap).

A (8) egyenlet megoldásaként adódó optimális élettartamot, az előzőkhöz hasonló közelítések esetén, a következő alakban kapjuk:

$$z_{\mathrm{opt}}=\sqrt{\frac{2v\cdot\eta_0}{\alpha}} \qquad (9)$$

A példaként tekintett üzem optimális katódélettartama $v=10$ napos felújítási idő esetén (9)-ből 2,7 évnek adódik.

IRODALOM

[1] *Thonstad J.:* Az áramhatásfok az alumínium elektrolízisnél Tidsskr. Kjemi Bergv. Metallurgi 1966. ápr. p. 77—80.

[2] *V. P. Masovec:* Megjegyzések a hőmérleg felállításáról és a pólustávolság kiszámításáról az alumíniumelektrolizáló kádaknál. Cvetnüe Metallü 1957. 5. p. 63—69.

[3] *Molnár I.:* Különböző anódtípusú kádak kritikai összehasonlítása. BKL-Kohászat 1968. 3. p. 97—103.

[4] *Mirabel H. Clair J.:* Alumíniumelektrolizáló cellák katódjai termikus és elektromos jelenségeinek számítógépes számítása. Transaction of the Metallurgical Society of AIME 1957. 239. k. szept. 1965—1971.

[5] *Farkas Gy.:* Alumíniumelektrolízis optimalizálása gazdaságos üzemvitel szempontjából. ALUTERV jelentés 1969.

A 4% Cu-tartalmú, öntött alumínium-réz-ötvözet és az Al-Cu ötvözetrendszer homogenizálódási diagramja

Dr. FUCHS ERIK okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet Budapest

ROÓSZ ANDRÁS okl. kohómérnök
NME Fémtani Tanszék Miskolc

DK: 669.715 : 669.3 : 620.181.428.4.05

A szerzők metallográfiai, mikroszondás és dilatométeres mérésekkel igazolják egy előző munkájukban közzétett, kinetikai tárgyalásmódjuk kvantitatív helyességét. Az eredmények feljogosítanak adott ötvözetre, sőt adott ötvözőrendszerekre érvényes homogenizálódási (feloldódási) diagramok számításos kidolgozására. A diagramok információtartalma felhasználható az üzemi hőkezelések optimalizálásában, új típusú ipari cél-komputerek munkábaállításában.

Az ötvözetek szilárdoldat-fázisai dúsultan, rétegkristályosan dermednek. Ezért esetenként olyan szövetelemek is keletkeznek a szövetben, amelyek egyensúly esetén nem fordulhatnának elő benne. A szilárdoldat-kritályok közepe és széle között annál nagyobb az összetételi különbség, minél távolabb van egymástól az ötvözet likvidusz- és szolidusz-hőmérséklete. A réztartalmú, nemesíthető alumíniumötvözetek nagyon hajlamosak a dúsulásra. Az emiatt létrejövő, például Al—Al_2Cu-eutektikum gyakran lehetetlenné teszi az öntött állapotú anyag közvetlen feldolgozását, alakítását. A többnyire folyamatosan vagy félfolyamatosan öntött tuskókat ezért sajtolás, hengerlés előtt tartós izzítással *homogenizálni* szokták. A homogenizáló izzítás legfőbb célja az, hogy oldatba vigye a nem egyensúlyi fázist. Néha még a szilárd oldaton belüli, összetételi különbségeket is ki kell egyenlíteni ahhoz, hogy az ötvözet megfeleljen a technológiai követelményeknek.

Az öntött szövet általában durva, a nemegyensúlyi fázisok méretei is nagyok. A homogenizálás időszükséglete így általában sok órára adódik. A gyártás gazdaságossága ezért különösen megkívánja, hogy minden ötvözetet, adagot csak éppen annyi ideig izzítsanak, ameddig az oldódás, a kiegyenlítődés tart. A több évtizedes tapasztalatok ellenére sem állt azonban rendelkezésre elméletileg megalapozott módszer az optimális hőkezelési paraméterek kísérlet nélküli meghatározására.

A közelmúltban az eutektikus fázisok feloldódásának, a feloldódás kinetikájának leírására új elméletet tettünk közzé [1]. Jelen dolgozatunk célja az, hogy *a 4% Cu-tartalmú alumínium—réz—ötvözet példáján bemutassa az [1] szerinti kinetika használhatóságot, valamint hogy ismertessen egy, a [2—6] munkák felhasználásával, a szóban forgó ötvözetre kidolgozott, a hőkezelés számítógépes optimalizálásában is alkalmazható feloldódási diagramot.* Az ered-

mények alapján azután az Al—Cu-ötvözetrendszer összevont feloldódási diagramját is megszerkesztettük.

Kísérleti anyag

Vizsgálataink céljára 99,99%-os tisztaságú alumíniumból és 33% Cu-tartalmú, ugyancsak tiszta Al—Cu-segédötvözetből készítettünk kísérleti ötvözetet, amelyet egy vályúszerű fekvő, valamint több álló kokillában öntöttünk kb. 500 mm^2 (=∅25 mm) keresztmetszetű rudakká. Az ötvözet elemzett vegyi összetételét az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

A kísérleti ötvözet vegyi összetétele, súly %

Cu	Si	Fe	Mg	Mn	Ti	Zn
3,96	0,15	0,15	0,04	<0,01	<0,01	<0,01

A *fénymikroszkópos* és a *mikroszondás* vizsgálatok céljára a fekvő kokillában öntött rúd középső szakaszát 20 mm magas próbatestekké daraboltuk. A próbák közül egyet-egyet *548±3 °C*-on *1, 2, 4, 8*, illetve *16* óra hosszat izzítottunk, majd vízben hűtöttünk. Csiszolatot az öntött rúd keresztmetszetét jellemző felületen készítettünk, részben gyémántporos módszerrel. A metallográfiai vizsgálatokhoz lehetőség szerint síkká munkált, maratlan felületet használtunk.

A *dilatométeres* mérés céljára az álló kokillába öntött rudakból készítettünk 5 mm átmérőjű és 50 mm hosszú, hengeres próbatesteket.

A vizsgálatok eredményei

Fénymikroszkópos vizsgálat

A fekvő kokillában dermedt rúdból vett, maratott próbák szövetszerkezetének jellemző részleteit az *1. ábra* mutatja. A 8 és 16 óráig izzított próbák szövete a 4 óráig izzítottéval megegyezik.

Különösen az 1. a ábrán világosan megfigyelhető, hogy az öntött szerkezet valóban lemezalakú dendritágakból épül fel, azaz hogy [1]-ben jogosan fogadtuk el a „plate-like morphology" (~„lemezes szerkezetekhez kötött morfológia") közelítő feltételezéseit. Az ábrán az is látszik, hogy az izzított próbákban, az általában elfajultan elhelyezkedő második fázis — a várakozásnak megfelelően — egyre kevesebb. Az Al_2Cu-fázis mennyiségét 50—50 látómezőben, pontszámlálásos módszerrel meghatároztuk; az átlagolt eredményeket a *2. táblázatban* foglaltuk össze. Az alumínium-szilárdoldat dendritlemezeinek átlagos vastagságát vonalmenti analízissel $d \approx 100$ *μm*-nek találtuk.

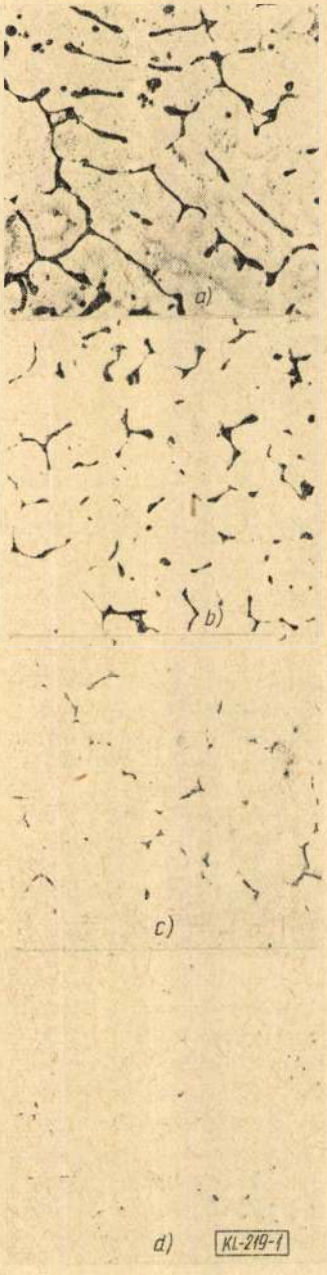
Az álló kokilla lényegesen jobb hőelvonást biztosított, mint a fekvő. A dermedés különbözőségére való tekintettel a vizsgálatokat az álló kokillában dermedt rudak öntött szövetén is megismételtük. Az Al_2Cu-fázis mennyisége a fekvő kokillába öntött próba Al_2Cu-tartalmával gyakorlatilag megegyezett. A dendritlemezek vastagsága azonban finomabb szövetszerkezet következtében, $d = 55$ *μm*-nek adódott.

2. táblázat

Az öntött, valamint az 548 °C-on izzított próbák Al_2Cu-tartalma

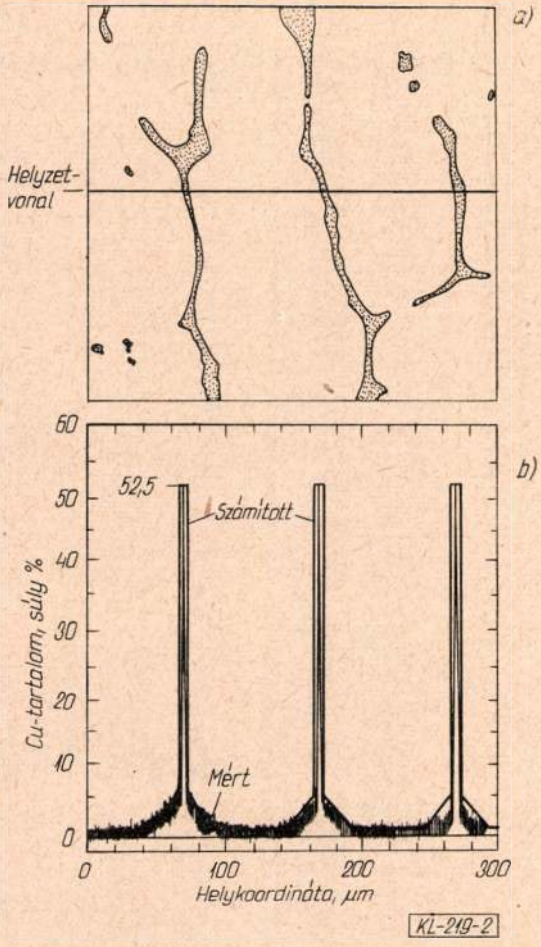
(A dendritágak vastagsága d = 100 *μm*)

Sorszám	A próba hőntartási ideje, óra	Az Al_2Cu-fázis mennyisége	
		az ötvözet egészére vonatkoztatott térfogat %-ban	az öntött szövet Al_2Cu tartalmát 100-nak véve relatív %
1.	0	3,35	100
2.	1	1,38	41,2
3.	2	0,35	10,5
4.	4	0	0
5.	8	0	0
6.	16	0	0



1. ábra. Az 548 °C-on izzított próbák metallográfiai szövetképe

a) öntött szövet; *b*), *c*), illetve *d*) az *2, 2*, illetve *4 óra* izzítás után (N=100×)



2. ábra. Az 1a ábra szerinti próba mikroszondás vizsgálatának eredménye

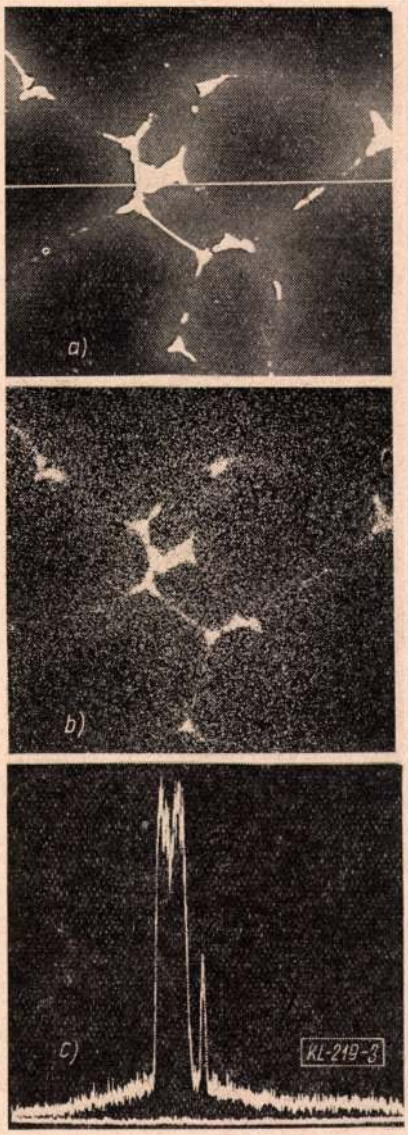
a) visszavert elektronkép vázlata a vonalmenti analízis helyét jelző vízszintessel, illetve *b*) mért és számított koncentrációs profil

Mikroszondás vizsgálatok

Mikroszonda igénybevételére a *Fémipari Kutató Intézet* japán gyártmányú berendezésén nyílt — korlátozott — lehetőségünk. A *2a ábra* a fekvő kokillában dermet, *hőkezeletlen próba* szövetéről mutatja a 25 kV gyorsító feszültséggel készített összetételi jellegű, visszavert elektronkép átrajzolt változatát. A *2b ábra* az elektronképen bejelölt vízszintes mentén érzékelteti a letapogató elektronsugár nyomán létrejövő CuK_a — röntgensugárzás intenzitását. Az eloszlási görbét pontanalízis alapján korrigáltuk, és etalonfelvételek segítségével, réztartalomra kalibrált ordinátával láttuk el. Vastagabb vonallal feltüntettük az [1] szerint, a későbbiekben ismertetendő adatokkal számított, linearizált vonalprofilt is. A mért és a számított eredmények közötti egyezés nyilvánvaló. Különösen az lényeges, hogy szó sincsen a szilárd oldaton belül szinuszgörbe-szerű rézeloszlásról; ahogyan pedig ezt a régebbi szerzők nyomán következetesen fel szokták tételezni [7].

A *3. ábra* a 2. sorszámú, *1 óra hosszat izzított próbáról* készült felvételeket mutat. Mindegyik részábra ugyanazt a helyet, több krisztallit találkozásának környezetét jellemzi. Az Al_2Cu-fázis az ilyen sarkokban nem fajul el teljesen, hanem alakilag is kétfázisú szövetelemként kristályosodhat. Az egyórás izzítás folyamán a 2. táblázat tanúsága szerint az Al_2Cu-fázisnak kb. 60%-a oldódott fel. A szilárdoldat-mátrixba vándorló Cu-atomok az alumíniumdendritek közepe felé igyekeznek diffundálni. Az ezt tükröző diffúziós zóna a 3a és 3b fényképeken, a dendrithatárok környezetében jelentkező világos sávok révén jól felismerhető. A képeken az is látszik, hogy az oldódás következtében a hajdan összefüggő vegyületháló felszakadozott; a ternér határok vastagabb eutektikumblokkjai azonban még jelentős vastagságúak. A 3c ábra a teljesség kedvéért a rézeloszlást érzékelteti a 3a ábrán behúzott vízszintes mentén. A nem minden szempontból szerencsés felvételből aligha szabad kvantitatív következtetésekre jutni. A regisztrátum két körülményt mégis megmutat: Először is, a rézeloszlásnak a vaskosabb mezőben való ingadozása egyértelműen bizonyítja, hogy itt kristályosodáskor valóban kétfázisú eutektikum keletkezett. Másrészt, az oldódáskor kialakuló diffúziós zónáról így is látszik, hogy jól közelíthető az általunk választott, linearizált profillal.

A *két és több óra hosszat izzított próbák*ról készült felvételek elvi újat már nem mondanak. A vegyü-



3. ábra. Az egy óra hosszat izzított próba

a) visszavert elektronképe; *b*) CuKF-röntgenképe és *c*) a réz korrigálatlan vonalmenti eloszlása (a vízszintes regisztrátum ez utóbbi részábrában a nulla-szintet, a háttérsugárzást jelenti)

letfázis-hálózat az izzítás során fokozatosan feloldódik. Az oldódás legvégén már csak a ternér kristályhatárokon összegyűlt, említett, eutektikus blokkok maradványai tűnnek el véglegesen. Érdekes azonban, hogy *a koncentrációs profilok mindvégig követik a közel lineáris alakot.*

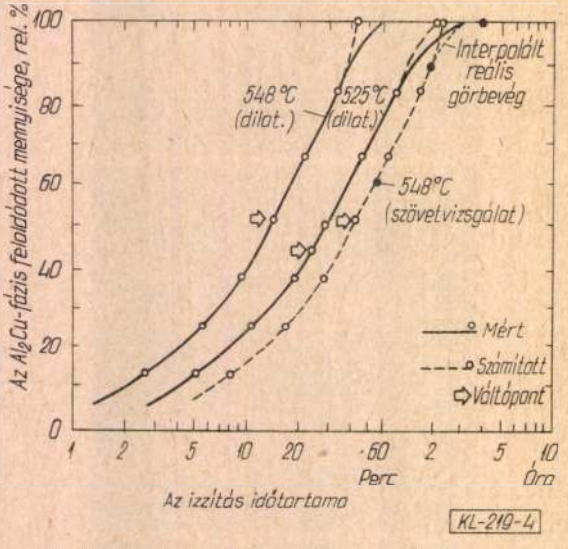
A 16 óra hosszat izzított próbában, pontanalízissel kimutattuk, hogy ennyi idő alatt az összetételi különbözőségek is teljesen kiegyenlítődtek.

Dilatométeres vizsgálatok

A vegyületfázisok feloldódása közismerten a faj térfogat változásával is jár, s ezért dilatométerrel jól nyomon követhető. Komoly problémát csak a próba kellően gyors felmelegítése, majd hőmérsékletének állandó értéken tartása okoz. Vizsgálataimkban egy saját építésű, függőleges dilatométert használtunk, amelyben a próba a névleges hőmérsékletét, önfürdő segítségével 2—3 percen belül felvette, s azt ± 1 °C-on belül állandónak tartotta.

A méretváltozás regisztrálásának pontossága legalább $\pm 2 \cdot 10^{-4}$ mm volt.

Elrendezésünkkel dilatométeres próbatestjeinket *525* és *548* °C hőmérsékleten, izotermásan vizsgáltuk. A kapott dilatogramokat [8] figyelembevételével értékeltük, majd az eredményeket a *4. ábrában* a szövetvizsgálat eredményével együtt összesítettük. Az ábrán közvetlenül látszik az a természetes körülmény, hogy a feloldódás annál gyorsabban megy végbe, minél nagyobb az izzítás hőmérséklete, illetve minél kisebb a dendritlemezek vastagsága (a dilatométeres próbatestekben $d = 55\,\mu$m, a metallográfiai próbatestekben $d = 100\,\mu$m!).



4. ábra. A feloldódás mért és számított menete

3. táblája

Az összetételből és vonatkozó egyensúlyi diagramból származó adatok

Az adat jellege	Adatok	Forrás munka
Az összetételből és az Al—Cu ötvözetrendszer egyensúlyi diagramjából vett adatok	$\bar{c}_{\text{ötv}} = 4{,}0$ súly%	saját elemzés
	$c_b = 0{,}36$ súly%	[9]
	$c_e = 33$ súly%	[9]
	$c_\Theta = c_{Al_2Cu} = 52{,}5$ súly%	[9]
	$c_m = 5{,}65$ súly%	[9]
	$d_1 = 2\,R_{0{,}1} = 55\ \mu$m	saját mérés
	$d_2 = 2\,R_{0{,}2} = 100\ \mu$m	saját mérés
	$\varrho_\alpha = \varrho_{Al} = 3{,}02$ g/cm³	[13]
	$\varrho_\Theta = \varrho_{Al_2Cu} = 4{,}34$ g/cm³	[13]
Számított értékek	$k = \frac{c_m}{c_e} = 0{,}171$	
	$\xi_{\text{ent}} = \left(\frac{\bar{c}_{\text{ötv}}}{c_e}\right)^{\frac{1}{1-k}} = 7{,}86$ súly% (6,9 térfogat%)	
	$\xi_\Theta = \xi_{Al_2Cu} = \xi_{\text{ent}} = \frac{c_e - c_m}{c_\Theta - c_m} = 4{,}58$ súly% (3,4 térfogat%)	
	$\frac{\varrho_\Theta}{\varrho_\alpha} S_{0{,}1} = \frac{d_1}{2} \cdot \frac{\xi_\Theta}{1-\xi_\Theta} = 1{,}31$	
	$\frac{\varrho_\Theta}{\varrho_\alpha} S_{0{,}2} = \frac{d_2}{2} \cdot \frac{\xi_\Theta}{1-\xi_\Theta} = 2{,}87$	
	$\bar{c}_\alpha = \frac{\bar{c}_{\text{ötv}} - c_e \cdot \xi_{\text{ent}}}{1 - \xi_{\text{ent}}} = 1{,}53$%	

A kísérleti körülményeinkre érvényes kinetika számítása

Az [1]-ben ismertetett elmélet helyességének ellenőrzése céljából a kísérleti körülményeinkre nézve számítással is meghatároztuk a 4. ábrán mérés alapján megszerkesztett görbék megfelelőit. A számításban felhasznált adatokat és azok forrását, valamint a kiszámított értékeket egyszerűség kedvéért a *3.* és *4. táblázat*ban állítottuk össze.

4. táblázat

Hőmérséklet °C	c_T súly %	D_T μm²/s	d μm	A feloldódás előrehaladása, $100\,S/S_0$, %								
				12,5	25	37,5	45 (váltás)	50	51,5 (váltás)	67	84	100
				Az oldó izzítás időszükséglete, perc								
525	4,75	$9{,}8 \cdot 10^{-2}$	55	5,2	11,6	18,9	22,7	29,9	—	50,8	75,0 (≈1,25 h)	137,9 (≈2,3 h)
			55	2,65	5,8	9,5	—	—	14,1	22,4	33,6	42,4
548	5,65	$15{,}5 \cdot 10^{-2}$	100	8,0	17,5	28,5	—	—	42,2	67,1	100,7	143,8 (≈2,4 h)

Megtartottuk az [1]-ben használt jelöléseket, azok értelmezését ezért itt nem ismételjük. Megemlítjük azonban, hogy a ϱ sűrűségeket a gyakorlatban nem kell ismernünk. Az [1] szerinti [6] egyenletből ugyanis a $\frac{\varrho_\Theta}{\varrho_a} \cdot S_0$, a (16) és (29) egyenletekből pedig a $\frac{\varrho_\Theta}{\varrho_a} S$ nagyságát számíthatjuk ki. A feloldott és a kiinduló rétegvastagság $\frac{S}{S_0}$ hányadosának képzésekor a sűrűségek ezért kiesnek.

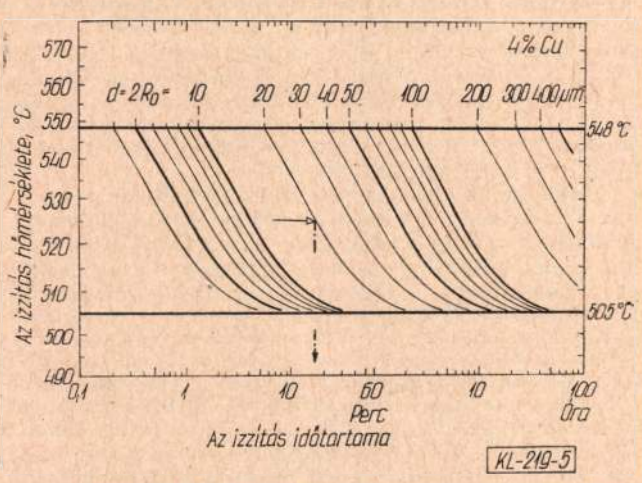
A számított pontokat a 4. ábrába berajzolva, tökéletes egyezést tapasztaltunk. A dilatométeresen mért és a számított görbék csak a feloldódás legvégén térnek el egymástól. Szövetvizsgálattal nem tudtuk ezt a különbséget megállapítani, mert a teljes feloldódás mind számítással, mind a mérési eredmények szerint a 2 és a 4 óra izzítási időtartam között következik be. A görbe valószínű befejezését pontozott vonallal jelöltük.

Az eltérések oka egyébként az, hogy a feloldódás végefelé már nem a dendritlemezek felületének jelentős részén, hanem csak a hajdani eutektikus blokkok helyén oldódik Al_2Cu-fázis. A nagyobb feloldódási időszükséglet a kezdetinél lényegesen nagyobb diffúziós utak következménye. A hatás természetesen számítható is. Mindez tehát nem érinti azt a megállapításunkat, hogy *a számítás a kísérlettel gyakorlatilag azonos eredményre vezetett.*

A feloldódási diagramok; következtetések

Tekintettel arra, hogy az [1] szerinti kinetikai leírás helyességét az elvégzett kísérletek egyértelműen igazolták, a régebbi munkáink felhasználásával megszerkesztettük a vizsgált, öntött ötvözet feloldódási diagramját *(5. ábra)*. Abszcisszául ezúttal is az idő logaritmusát, ordinátaként pedig az abszolút hőmérséklet reciprokát választottuk. Az ordinátát azonban a jobb használhatóság érdekében mégis °C-ra skáláztuk.

A két vízszintes vonal a diagram értelmezési tartományát határolja: *548* °C az Al—Al_2Cu-ötvözetrendszer eutektikus hőmérséklete, azaz az olvadás kezdő hőmérséklete. Az *505* °C jelenti azt a legkisebb hőmérsékletet, amelyen az alumíniumszilárdoldat még elvileg teljesen oldatban tudja tartani a 4% rezet; vagyis a telítési határt. Az



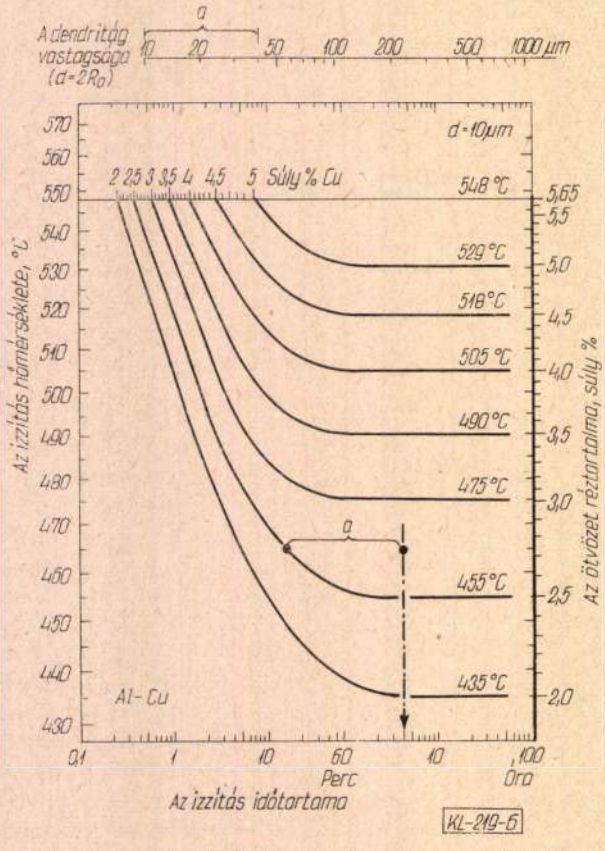
5. ábra. A 4% Cu-tartalmú, öntött Al—Cu-ötvözet számított feloldási diagramja

értelmezési tartományon belül feltüntetett, különböző d dendritág-vastagságokhoz tartozó görbék végül az Al_2Cu-fázis teljes feloldódásának az [1] szerint számított időszükségletét mutatják a hőmérséklet függvényében.

A diagram olvasását példával érzékeltetjük: Tételezzük fel, hogy valamely $d=20\,\mu m$ dendritágméretű ötvözetben *525* °C-on kívánjuk a kristályosodáskor kivált, nemegyensúlyi Al_2Cu-fázist feloldani. Keressük az (izotermás) izzítás időszükségletét. Ehhez kijelöljük a d=20 μm-hez tartozó görbének az 525 °C-ra vonatkozó pontját. Vetítéssel kapjuk, hogy a feloldódás időszükségelte kereken *16 perc.*

Az 5. ábrán látható diagramot teljes egészében elméleti úton határoztuk meg, önmagukban ismert fizikai állandók felhasználásával. A számítások helyességét kísérlettel igazoltuk. Kézenfekvő tehát a javaslat, hogy célszerű volna minden olyan használatos, szabványos ötvözet számára a feloldódási diagramot meghatározni és közzétenni, amelynek gyártásában a homogenizáló izzítás szerepet játszik. Az ily módon szükségessé váló diagramok száma azonban túlságosan nagy lenne, mert hiszen egy-egy ötvözettípuson belül is számos diagramra volna szükség, az összetételi különbözőségeknek megfelelően. Adott koordinátarendszerben a d-lépték, vagyis a dendritágak méretének hatása független az anyagi minőségtől; az izzítási időszükséglet egyébként azonos körülmények között, mindig a dendritlemezek vastagságának négyzetével arányos [1]. Nincsen tehát akadálya annnak, hogy egyetlen diagramban egyesítsük egy egész *ötvözetsor*, adott dendritméretre vonatkozó feloldódási görbéit és a dendritméretet külön vegyük figyelembe. Az Al—Cu-ötvözetrendszerre érvényes, összevont diagramot [5] nyomán a *6. ábrán* mutatjuk be. A 6. ábrán az összetétel és az izzítási hőmérséklet függvényében az öntött 10 μm dendritlemez-vastagságú Al—Cu-ötvözetek nem egyensúlyi Al_2Cu-fázisainak feloldásához szükséges izzítási időtartamok olvashatók le közvetlenül: A 2,5% Cu-tartalmú ötvözet izzítási időszükséglete eszerint 465 °C-on kb. 15 perc. Amennyiben a dendritlemezek vastagsága ettől eltér, az ábra felső részén látható skálát vesszük igénybe: a $d=40\,\mu m$ esetében például lemérjük a 10 μm és a 40 μm közötti a távolságot, s azt még hozzáadjuk az előbb kapott időértékhez. Adódik így, hogy az oldódás időszükséglete *4 óra* (vö. [5]-tel).

Feloldódási diagramjaink természetesen csak szabatosan izotermás körülményekre vonatkoznak. Az üzemi hőkezelések nem feltétlenül tekinthetők ilyennek. Egyrészt, különösen a nagy anyagtömegeket befogadó ipari kemencék esetében nem elhanyagolható a felmelegítés időtartama; a kiválások már felmelegítés közben kezdenek oldódni. Másrészt azonban a kemencék hőfokszabályozása sem szokott $\pm 10°$-nál pontosabb lenni. Az 5. és a 6. ábrán jól látszik pedig, hogy a hőmérséklet 10°-nyi változása akár 30%-kal is megnövelheti, vagy csökkentheti az izotermás izzítás időszükségletét. Az üzemi hőkezelések optimalizálására ezért célszerű egy olyan komputert a kemencéhez csatlakoztatni, amely az ötvözet és a dendritág-



6. ábra. Az Al—Cu-ötvözetrendszer összevont feloldási-diagramja

vastagság előzetes beállítása után, a kemencetér legkedvezőtlenebb helyén mért hőmérséklet függvényében, analóg számológépként, integrálva mutatja a feloldódás előrehaladását. Ez a készülék azután akár a hőmérséklet szabályozásának vezérlésére is felhasználható. Hasonló megoldásokat már eredményesen dolgoztunk ki a fekete temperöntvények lágyító hőkezelésének, valamint a szegregációsan nemesíthető ötvözetek oldó hőkezelésének célszerűbbé tételére [4, 11, 12].

IRODALOM

[1] *Roósz A.—Fuchs E.:* Eutektikus fázisok feloldódásának kinetikája öntött ötvözetek szövetében. BKL. Öntöde. *22* (1971) 254—258; Acta Techn. Sci. Hung., közlése folyamatban.

[2] *Fuchs, E. G.:* Beschreibung von Homogenisierungs- bzw. Auflösungsvorgängen in metallischen Systemen. Neue Hütte *16* (1971) 265—270.

[3] *Fuchs E.—Gergely M.:* Általános érvényű temperálódási diagram. BKL. Öntöde *22* (1971) 185—187.

[4] *Fuchs E.—Roósz A.:* A feloldódási diagramok egy új elmélete. BKL. Kohászat *104* (1971) 346—350.

[5] *Fuchs E. G.—Roósz A.:* ZTA-Diagramme zur Beschreibung der Homogenisierung in Gussgefügen. Zeitschrift für Metallkunde. Közlésre elfogadva.

[6] *Roósz A.—Fuchs E.:* A kiegyenlítődés kinetikája dúsult szilárdoldatból álló öntött ötvözetek szövetében. Publikálatlan kézirat.

[7] *Seith, W.:* Diffusion in Metallen. Springer, Berlin, 1955.

[8] *Czinege I.—Sárossy Gy.:* A dilatométeres mérések gazdaságossága. BKL. Kohászat *105* (1972).

[9] *Hansen, M., Anderko, G.:* Constitution-Diagrams of Binary Alloys. McGrew-Hill Book Comp. New York, 1958.

[10] *Singh, S. N.—Bardes, B. P.—Flemings, M. C.:* Solution Treatment of Cast Al-4,5 pct Cu-Alloy. Met. Trans. *1* (1970) 1383—1388.

[11] „Fehéren dermedt öntöttvasak grafitosodásának elméleti-fémtani vizsgálata". A Vasipari Kutató Intézet 10—2—350/1968. sz. kutatási zárójelentése. Budapest, 1970.

[12] *Kovács B.:* Kidolgozás alatt álló műszaki doktori értekezés előkészítő anyaga. Budapest, 1970.

[13] *Smithells, C. J.:* Metals Reference Book, Butterworths Scientific Publications, London, 1949.

A Fémkohászattani Tanszék hírei

Mérnöktovábbképző tanfolyam a Fémkohászattani Tanszéken

A *Fémkohászattani Tanszék* április 17-től 22-ig *„Új eljárások a színesfémek kohászatában"* címmel bentlakásos *mérnöktovábbképző tanfolyamot* rendezett, amelyen az *Országos Tervhivatal*, a *Fémipari Kutató Intézet*, a *Bányászati Kutató Intézet*, a *Csepeli Fémmű*, a *Metallochemia* és az *Országos Érc- és Ásványbányászati Vállalat* szakemberei vettek részt. A Tanszék részben hazai, részben külföldi tapasztalatok alapján ezzel az előadássorozattal kívánta tájékoztatni az érdeklődőket a *hazai réz- és színesfémkohászat fejlesztésének lehetőségeiről, és a reménybeli ércvagyon kohósítására szóba jöhető modern eljárásokról*. Az előadásokon szó volt — az ércelőkészítéstől az előállított raffinált termék minőségének ellenőrzéséig — a kohósítás minden részfolyamatáról, a technológiai folyamatok elméleti és gazdasági értékelésével együtt.

Bevezető előadásában *Dr. Horváth Zoltán*, a műszaki tudományok doktora, tanszékvezető egyetemi tanár a fejlődés általános irányait ismertette. Rámutatott, hogy az érckészlet minőségének romlása, mennyiségének csökkenése, az egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások miatt a gazdaságos termelés érdekében a technológiai folyamatok apróbb részleteinek ismerete is szükséges. Ennek érdekében olyan módszerekre van szükség, amelyekkel a lejátszódó folyamatok térben és időben nyomon követhetők, matematikailag modellezhetők. A lehetőségek közül részletesen tárgyalta a termodinamikai és reakciókinetikai módszereket, azok fejlődését. Szó volt arról, hogy a termodinamikai normálpotenciál, a kémiai potenciál segítségével, hogyan lehet meghatározni a kémiai reakciók egyensúlyi viszonyait, kezdőhőmérsékletét, és hogyan lehet ezeket megváltoztatni. Ismertette a folyamatok időben való lejátszódását leíró kinetikai egyenleteket, és a kinetikai állandók meghatározási módszereit. Részletesen foglalkozott a kémiai reakciók és diffúziós folyamatok sebességének vizsgálatával. Az elméleti rész végén — a kinetikai egyenletek analógiájára — a hőtartalom — a tömeg és az impulzus változását leíró összefüggéseket közölte.

Előadásának második részében a legújabban bevezetett eljárásokat foglalta össze, és röviden foglalkozott azok elméleti és gyakorlati kérdéseivel. Ezzel kapcsolatban elmondotta, hogy ezek az eljárások — a már említett okok miatt — a fajlagos teljesítmény növelésére, a minél jobb hatásfokkal való hőhasznosításra, több technológiai folyamat egyetlen berendezésben való megvalósítására, folyamatosan működő berendezések használatára, az alapanyag komplex hasznosítására, minél tisztább fém előállítására való törekvés eredményeképpen alakultak ki legtöbbször már működő berendezések korszerűsítésével. A fejlődés másik iránya az eddig nem, esetleg más szakterületen már használt módszerek elvén működő, új eljárások bevezetése. A professzor az elmondottak illusztrálására számos példát említett, melyek

közül jelen esetben csak a *Worcra-, Noranda, CMCR-, Torco-, IS-, fuming-, KIVCET*-eljárásokat említem meg.

A fémkohászat egyik speciális ágának, a *halogénmetallurgiának* egy részével foglalkozott *„Klórozó eljárások a fémkohászatban"* című előadásában *Dr. Sziklavári Károly* egyetemi docens. Bevezetésképpen ismertette a fémkloridoknak azokat a fizikai és kémiai tulajdonságait, melyek miatt más módszerekkel szemben a klórozó eljárások — adott fémek kohósítására vagy raffinálására — gazdaságosabbak, ill. műszakilag megvalósíthatóbbak. Ennek alátámasztására számos fém kohászatában használt módszert ismertetett, melyek közül többet részletesen is tárgyalt. Többek között piritpörkölékekből a réz és a cink eltávolítását klórozó (közönséges és illósító) pörköléssel. Irodalmi adatok, és nagyszámú saját kísérlettel igazolt termodinamikai és reakciókinetikai megfontolások segítségével megállapította a lehetséges reakciók közül adott feltételek mellett a legvalószínűbbeket, ill. a reakciókat elősegítő pótlékok hatását. Tájékoztatott a világon működő üzemekről, bemutatta azok technológiáját, és ismertette a főbb műszaki paramétereket. Végül a rossz minőségű, de össze nem sülő, más módszerrel gazdaságosan fel nem dolgozható rézércek dúsítására kifejlesztett ún. *Torco*-eljárással foglalkozott. Felhívta a figyelmet — a többi klórozó eljáráshoz viszonyítva — a kicsiny klórozószer felhasználásra (0,1—0,2% NaCl), melynek oka a Cu_3Cl_3 — gáznak a redukciója (karbon felületén adszorbeálódott hidrogénnel) közben keletkező sósavgőz, amely a rendszerben körforgásban marad, tehát főleg a sósav klórozza a rezet. A karbonszemek felületére redukálódott fém-réz flotálással gyűjthető össze, a dúsítmány réztartalma kb. 60%.

A hazai adottságoknak megfelelően a tanfolyam előadásai a réz, az ólom és a cink kohósításával foglalkoztak részletesen.

A réz pirometallurgái kohósításának lehetőségei *Riedl István* egyetemi adjunktus és *Dr. Wéber József* tudományos munkatárs *„Új eljárások a réz pirometallurgiájában"* című előadásának voltak témái. Röviden összefoglalták a klasszikus kohósító eljárásokat, majd az ezeken végrehajtott módosításokat ismertették. Többek között: kéneskőre olvasztásnál lángkemencébe oxigén, aknáskemencébe olajjal vagy szénporral forró levegő befújtatása, kéneskő — színpor együttes konverterezése, tűzi raffinálásnál a periódus idők csökkentése oxigénbefújtatással, ill. fa helyett szénhidrogének, ammónia használata stb. Tárgyalták a folyamatosan működő berendezéseket (pl.: konverter), egy berendezésben színporból nyersréz előállítását (Worcra-eljárás) és részletesen ismertették az *előmelegített vagy oxigénben dúsított levegőben röptében pörkölő és olvasztó eljárásokat (Otokumpu, Inco)*, és azok berendezéseit. A műszaki paraméterek alapján hangsúlyozták, hogy jelenleg *új kohó telepítésénél feltétlenül ezt a munkamódot kell megvalósítani.*

A *hidrometallurgia* jelenlegi helyzetével, fejlődési lehetőségével *Wieder Nándor* tudományos munkatárs foglalkozott. Rámutatott, hogy a hidrometallurgiai eljárásoknak egyre nagyobb jelentőséget kell tulajdonítani az ércek réztartalmának csökkenése miatt, másrészt ezek a módszerek alkalmasak a pirometallurgiai üzemek meddőhányóinak gazdaságos feldolgozására is. Beszélt a nehézségekről, nevezetesen a réz-ásványok lassú oldódásáról (olcsó lúgzószerekben), ill. az oldódási sebesség növelésének lehetőségeiről, többek között baktériumos lúgzással. Ismertette a különböző lúgzási módszereket, különös jelentőséget tulajdonítva a robbantással (napjainkban nukleáris töltettel) meglazított érc helyszínen való lúgzására kidolgozott megoldásoknak. Előadásának második részében az oldatból való rézkinyerő munkamódokat, azok fejlődését tárgyalta, és gazdaságilag összehasonlította az LIX 64, ill. LIX 70 jelzésű reagensekkel való oldószeres-extrakciós kinyerést és az azt követő elektrolízist a cementálással.

A napjainkban egyre jobban terjedő *ioncserés és oldószeres-extrakciós módszerekről Dr. Czeglédi Béla*, a műszaki tudományok kandidátusa, a *Mecseki Ércbányászati Vállalat* Kutatási Osztályának vezetője tartott előadást. Elsőként az ioncserélők fizikai-kémiai tulajdonságait ismertette, foglalkozott az ioncsere-folyamatok egyensúlyával, kinetikájával, a különböző műveletekkel, azok tervezési módszereivel, valamint az ioncserés kromatográfiával. Színesfémek, ritkaföldfémek és sugárzófémek szegény ércekből való kinyerését és azok elválasztását végző ioncserés üzemek technológiáját ismertette, többek között pl. réz, kadmium, nikkel, rubidium, cézium, urán, szkandium kohászatában.

Előadásának második részében az oldószeres-extrakciós módszerekkel foglalkozott. Az ioncseréhez hasonló felépítésben szemelvényeket közölt egyes fémek (pl. ittrium, szamárium, európium, gadolinium, arany, ezüst stb.) kinyerésének, ill. egymástól való elválasztásának témaköréből, így pl. ismertette szulfátos oldatokból réz kinyerését az LIX-reagensek segítségével. Hangsúlyozta az ioncserés és oldószeres-extrakciós módszereknek mind nagyobb jelentőségét a szegény ércek feldolgozásánál és a tiszta fémek előállításánál.

Dr. Várhegyi Győző, a műszaki tudományok doktora, c. egyetemi docens, a *Fémipari Kutató Intézet* igazgatóhelyettese *„Korszerű vizsgálati módszerek a fémkohászatban"* c. előadásában a legújabb minősítő módszereket ismertette. A ritkafémeknek, azok kutatásban és a mindennapi gyakorlatban betöltött szerepén keresztül mutatta be ezeknek a módszereknek a használhatósági területét és érzékenységüket. Hangsúlyozta a nagyon tiszta termékek (fémek) előállításának jelentőségét, mivel ezek tulajdonságainak ismeretében előre tervezhetők a többkomponensű rendszerek (ötvözetek), így azok felhasználhatósága is. Természetesen ehhez atomi-szintű vizsgálatokra (Fermi-felületek számítása) van szükség. Hivatkozott az Egyesült Államokban elfogadott kutatási programra, mely szerint 1980-ra — a vázolt vizsgálati módszerek eredményeképpen — már számos ötvözet fizikai és mechanikai tulajdonságát biztonsággal számíthatják. Elmondotta, ebben a programban a számítógépek nélkülözhetetlenek, de nemcsak a nagyszámú kísérleti adat feldolgozására. Valamely tényező hatása egyértelműen tisztázható különböző feltételezéseknek megfelelően a számítógéppel készíttetett „felvételek" és az eredeti felvétel összehasonlításával.

Előadásának második részében a Fémipari Kutató Intézet tulajdonában levő berendezésekkel (mikroszonda, scanning elektronmikroszkóp) készített nagyszámú fénykép- és televíziós felvételeket mutatta be, az utóbbiakat képmagnó segítségével.

A *„Komplex ólom—cink—rézércek feldolgozása"* című előadás keretében *Mihalik Árpád* egyetemi adjunktus a szelektív flotálással kapott színporok kohósítási lehetőségeit ismertette. Tárgyalta a különféle dúsítási lehetőségeket, azok költségtényezőit, majd néhány üzem flotálási technológiáját mutatta be. Külön-külön ismertette az ólom és a cinkszínporok kohósítására szóba jöhető, különösen az utóbbi években bevezetett eljárásokat. Tárgyalta a komplex hasznosításra való törekvéseket *(Wälz-, fuming-eljárás)*, az ólom pirometallurgiájának összekapcsolását a cink hidrometallurgiával, a raffinálási módszereket stb. Végül a kollektív flotálással kapott színporok kohósítására kidolgozott félüzemi méretű *KIVCET*-eljárásról beszélt, ill. röviden foglalkozott az *Imperial Smelting* (IS)-eljárással.

Az IS-eljárást jelentőségére való tekintettel részletesen tárgyalta *Szepessy Andrásné* egyetemi tanársegéd. Ismertette az eljárás elvi alapjait, az aknáskemencében lejátszódó folyamatokat, a kondenzáltatás optimális feltételeit összefüggésben a kemencében adagolt elegy összetételével (ólom—cink-, ólom—kvarc-, cink—karbon arány stb.), a befújtatott levegő hőmérsékletével és oxigéntartalmával. Tájékoztatott a réztartalmú betétek feldolgozásának lehetőségeiről, a többi kísérőfém viselkedéséről, azok gazdaságos kinyeréséről. A világon működő IS-kohók nagyszámú műszaki paraméterével igazolva beszámolt a teljesítmény növelésében, az eljárás betéttel szembeni rugalmasságának kiszélesítése terén elért eredményekről. Az Avonmouth-i 27,4 m^2-es kohó példáján bemutatta a technológia automatizálását és számítógépes vezérlését. Előadásának befejezéseképpen gazdaságilag értékelte az eljárást. Megállapította, hogy a mindenkori koksz és villamosenergia árak határozzák meg az IS-eljárás gazdaságosságát az elektrolízissel szemben.

Lengyel Attila

1972. április 6—8 között egyetemünkön megrendezésre került a *X. Országos Tudományos Diákköri Konferencia*. A kohászati tagozaton a Fémkohászattani Tanszéken készített dolgozatokból *Majoros Mária, Zombori Ferenc, Harsányi Tamás, Sápi Lajos* és *Sulyok András* okl. kohómérnök, *Kónya János* és *Szűcs László* V. éves kohómérnökhallgató tartott előadást.

1000,— Ft-os jutalomban részesült:

Majoros Mária, okl. kohómérnök: „*Az öntési paraméterek hatásai az OFHC-réz porozitására.*"

Konzulens: *Szepessy Andrásné* egyetemi tanársegéd.

Zombori Ferenc, okl. kohómérnök: „*Cériumos mikroötvözés hatása az ólomtartalmú sárgaréz mechanikai tulajdonságaira.*" című dolgozata.

Konzulens: *Dr. Sziklavári Károly*, egyetemi docens.

Az NME KISZ-VB által alapított legjobb előadó díjat a kohászati tagozaton *Sulyok András* okleveles kohómérnök kapta.

*

1972. április 14-én V. G. Marinyin, a Harkovi Műszaki Főiskola Fizikai Tanszékének docense meglátogatta a Fémkohászattani Tanszéket, ahol az oktató-nevelő, kutató munkáról tájékozódott.

*

A Fémkohászattani Tanszék kezdeményezésére folyamatban van, a *Metall Abstract* referáló folyóirat alapján készült METADEX mágnesesszalag felhasználásával, a kohászati számítógépes szakirodalomfigyelés hazai bevezetése. A szalag beszerzésével, a számítógépes figyeléssel és az adatszolgáltatás megszervezésével kapcsolatos munkákban résztvesz a *Magyar Alumíniumipari Tröszt*, a *Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés*, a *Központi Fizikai Kutató Intézet*, a *Fémipari Kutató Intézet* és tapasztalatainak átadásával a *Veszprémi Vegyipari Egyetem* könyvtára.

Szepessy Andrásné
tanársegéd

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A *Reynolds konszern kanadai* érdekeltsége bejelentette, hogy rövidesen a termelés teljes leállítását tervezi *Baie Comeau*-i kohójában. Az említett lépésre az szolgáltatja a közvetlen okot, hogy a munkáltatók az új munkaszerződés feltételeiben nem tudtak megegyezni a szakszervezettel.

Véleményünk szerint a valódi ok sokkal inkább abban kereshető, hogy a tröszt megpróbálja az alumíniumipari válság terheit a munkásságra áthárítani. Az alumínium iránti lanyha kereslet és a felhalmozódott raktárkészletek miatt a tröszt aligha szenved nagy veszteségeket a termelés leállítása miatt, s a jelek ezt a jövőbeli termelési költségek „csökkentésével" kívánja összekapcsolni. Az említett kohó éves teljesítménye 175 ezer tonna.

(Metal Bulletin 1972. június 30.)

*

A japán *Sumitomo Light Metal* bejelentette, hogy meghatározatlan időre elhalasztja a *sakatai* alumíniumkohójának építését. Az eredeti tervek szerint a létesítmény 1975-ben készült volna el, s a további évekre a következő termelést tervezték:

1976.	70 ezer tonna
1977.	145 ezer tonna
1978.	180 ezer tonna

Az említett cég egy másik üzemének, az *Inyugawa*-i kohó üzembeállítását is elhalasztotta. Az említett létesítmény 1974 közepe előtt nem kezdi meg a termelést.

(Metal Bulletin 1972. július 4.)

*

Iránban bejelentették, hogy az ország első alumíniumkohója *Arakban*, ez év szeptemberében kezdi meg a termelést. A kohó kezdő kapacitása évi 30 ezer tonna lesz, amelyet 100 ezer tonnára fognak később növelni.

(Metal Bulletin 1972. június 30.)

*

Az osztrák *ranshofeni* alumíniumgyár 20 millió schilling értékű hitelt vett fel az angol National Westminster Banktól. A kölcsönt a termelőberendezések modernizálására használják majd fel.

(Metal Bulletin 1972. június 30.)

*

Az *Alcan Booth Industries, Anglia* vezető hengerelt-alumínium termelője bejelentette, hogy valamennyi termékére vonatkozóan átlagosan 8%-os áremelést hajt végre. Az áremelés a július 3. után beérkezett rendelésekre és a július 17. utáni szállításokra vonatkozik.

Az áremelés tovább erősíti az inflációs folyamatokat. Az alumíniumtermékek árváltozásának hatására elsősorban a jármű- és az építőiparban fognak az árak emelkedni.

(The Financial Times 1972. július 1.)

*

Az *ausztráliai Pacminex* vállalat bejelentette, hogy tanulmányokat készíttet a *Chittering*-i timföldgyár új telephelyének a kiválasztására. Mint ismeretes, az eredetileg 230 millió dollárra tervezett évi 800 ezer tonnás kezdő kapacitású timföldüzem *Perth* körzetében épült volna fel, de a környezetvédelmi hatóság nem járult hozzá az eredeti telephelyhez.

(Metal Bulletin 1972. július 11.)

*

Az *Alusuisse* vezérigazgatójának véleménye szerint a tőkés világ alumínium túltermelési válsága a korábbi várakozásokkal ellentétben legalább 1975-ig tart majd. Az alumíniumipari recesszióval magyarázta, hogy a közelmúltban üzembeállított *govei timföldgyár* nem éri el a tervezett évi 500 ezer tonnás termelést.

(Metalletinng 1972. július 14.)

*

Az alumíniumipari beruházások késése miatt a közeljövőben *India* jelentős timföldmennyiséggel jelenik majd meg a piacon. A *Koyna*-i alumínium komplexum a tervek szerint évi 200 ezer tonna timföldet és 100 ezer tonna elsődleges alumíniumot állít majd elő. Az alumínium üzem építése jelentősen elmarad a tervektől és valószínűleg még jobban el fog húzódni. Erre utal az, hogy az alumínium iránt, a belső piacon is lanyha a kereslet s a jelentősen megnövekedett energiaköltségek rontják az árat.

A *Korba*-i alumínium komplexumnál hasonló probléma vetődött fel, ezért az üzem vezetői azt tervezik, hogy az 1973-tól, vagy 1974-től várható timföldfeleslegeket exportálni fogják.

(Metal Bulletin 1972. július 14.)

*

A *Guayana Bauxite* Co bejelentette, hogy a timföldárak csökkenése következtében csaknem egy hónapra bezárják a vállalat *lindeni* timföldüzemét.

A guayanai timföldgyártás csökkenése mellett más timföldtermelők is hasonló eszközhöz folyamodtak. Az *Alcan* két *arvidai* timföldgyára közül az egyiket bezárta, elhalasztotta a *Gladstone*-i timföldüzem tervezett bővítését és az eredeti tervekkel szemben nem kezdte meg a bauxit kitermelését az új brazíliai bányájában.

(Metal Bulletin 1972. július 14.)

*

Az *Egyesült Államokban* ez év második negyedévében meggyorsult a gazdaság növekedése és a szakértők szerint ezt a folyamatot az év hátralevő részében mutatja, hogy a *Kaiser* üzembeállította évi 40 ezer tonnás termelésű *Rayerswood*-i kohóját, s így a vállalat kapacitás kihasználtsága 88%-ra növekedett.

(The Financial Times 1972. július 21.)

*

Az *Alusuisse izlandi* alumíniumkohójának a bővítése nemsokára befejeződik, s így a kohó évi termelése eléri majd a 70 ezer tonnát. A következő években további termelésbővítést terveznek, mely eredményeképp a kohó kapacitása eléri a 100 ezer t/év-et. Az izlandi alumínium legnagyobb vásárlói Anglia és az NSZK.

(Mining Journal 1972. július 14.)

L. D.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

105. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1972. DECEMBER HÓ 12

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest V., Szabadság tér 17.
II. em. 227. Tel: 127-084, 318-926

TARTALOM

KAKASSY ZOLTÁN—BELCSÁK ZOLTÁN: Tolókemencék korszerű hűtési rendszere 529
NAGY GÉZA: Alumíniumszilikát öntőszerelvények korrózióállóságának fokozása karbon infiltrációval 532
Algéria iparfejlesztéséről, különös tekintettel a kohászatra 536
Korszerű külföldi üzemek ismertetése 538
Beszámoló konferenciáról 540
Üzemi hírek 542
DR. BOGNÁR JÁNOS 1916—1972 543
OLÁH SÁNDOR 1930—1972 544
Műszaki és gazdasági hírek 544
Egyesületi hírek 546
Egyetemi hírek 548
Beszámoló külföldi konferenciáról 549
Szabványosítási hírek 550

FÉMKOHÁSZAT

Alumínium Alkalmazástechnikai Jubileumi Kiállítás 552
DR. JOHANNA GREVEN: A textúrák és szerepük a mélyhúzás folyamatában 554
DR. HORVÁTH ZOLTÁN: Az SI (Nemzetközi Mértékegység-rendszer) ismertetése 564
DR. BÁRCZY PÁL—DR. TRANTA FERENC: A rétegződési hibák vizsgálatának módszereiről 566
DR. GYULAY ZOLTÁN: Információszolgálat az olajbányászatban 572
Műszaki és gazdasági hírek 563, 575
Az NSZK-beli fémkohász és bányász egyesület közgyűlése 575
A Fémkohászattani Tanszék hírei ..... B/III
Hazai alumíniumipari hírek ..... B/III

ÖNTÖDE

BERKI PÁL: Hengerfej öntvények gázhólyagossága 265
39. Nemzetközi Öntő Kongresszus. Philadelphia, 1972. V. 7—12. 271
Adatok a magyarországi öntészet történetéhez.
Kiszely Gyula: Az Al-Duna szabályozásánál használt diósgyőri sziklavéső ... 282
Könyvismertetések 286
Szabványosítási hírek 287
Üzemi hír 287
Szakosztályi hírek 288

Megjelenik havonként
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató
Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770

Egyéni előfizetés: 180,—Ft. Egyes példányok ára: 15,—Ft

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293. Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
72. 18070 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62

Index: 25,155

ÉVFOLYAM
ГОД
JAHRGANG
YEAR
105

SZÁM
№
Nr.
No.
12

DECEMBER
ДЕКАБРЬ
DEZEMBER
DECEMBER
1972

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Золтан Какаши—Золтан Белчак: **Современная система охлаждения методических печей** .... С 529
Статья ознакомливает с системой охлаждения методической печи, построенной „Кохасати Дьарепитё Валлалат" на Лёринцком прокатном заводе Дунайского металлургического комбината, сообщает о накопленных опытах во время пробных испытаний и дается принципиальный обзор об охлаждении с испарением, которое в Венгрии раньше не применялось.

Геза Надь: **Увеличение стойкости против коррозии отливных аппаратов из силиката алюминия при помощи углеродной информации** .. С 532
Автором были разработаны теоретические и практические условия такого метода, который увеличивает стойкость против физического и химического влияния жаропрочных отливных аппаратов, т. е. уменьшает количество экзогенных включений, благоприятствуя этим решению одной из главных проблем производства чистой стали.

Д-р Йоганна Гревен: **Текстуры и их роль в процессе глубокой вытяжки** ..... С 554
Одним из самых главных условий современной обработки листов является глубокая вытягиваемость. Отдельные характеристики глубокой вытягиваемости в значительной степени зависят от кристаллического строения материала, от текстуры. В своем докладе по данной теме автор с мировой известностью подытоживает самые важные, современные знания.

Д-р З. Хорват: **Система единиц ШИ. (Международная система единиц)** ..... С 564
В Венгрии постановили введение международной системы еденицы, ШИ. В статье приводятся обозначения, единицы и полезные данные с помощью которых автор облегчает переход к новой системе единиц.

Д-р П. Барци—д-р Ф. Транта: **Методы исследования дефектов установки** ..... С 566
В статье дается общий обзор о современных методах определения энергий (ЙНЕ) и вероятности дефекта упаковки.

З. Дьюлаи: **Информационная служба в нефтяной промышленности** ..... С 572
Автор на примере нефтяной промышленности показывает важность информации в техническом развитии. Автор устанавливает, что все возрастающий темп увеличения числа научно-технических публикаций — поток информаций — делает необходимым выбор и систематизацию.

INHALT

Z. Kakassy—Z. Belcsák: **Zeitgemässes Kühlsystem von Stossöfen** ..... S 529
Das Kühlsystem eines im Lőrincer-Grobblechwalzwerk vom Unternehmen für Hüttenbauten erstellten Stossofens. Die im Probebetrieb gesammelten Erfahrungen. Die Prinzipien der Kühlung durch Verdampfung.

G. Nagy: **Die Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit von Aluminiumsilikat-Gussarmaturen durch Kohlenstoff-Infiltration** ..... S 532
Beschreibung der theoretischen und praktischen Bedingungen eines Vefahrens, mit welchem die Widerstandsfähigkeit der hitzebeständigen Gussarmaturen gegen chemischen und physikalischen Angriffen erhöht werden kann, und zwar durch die Verminderung der exogenen Einschlüsse.

Dr. Johanna Grewen: **Die Texturen und ihre Rolle beim Tiefziehvorgang** ..... S 554
Die gute Tiefziehbarkeit ist eine der wichtigsten Bedingungen der neuzeitlichen Bearbeitung von Feinblechen. Die verschiedenen Kennzeichen der Tiefziehfähigkeit sind von den kristallinen Aufbau und von der Textur des Werkstoffes abhängig. Die mit diesem Themenkreis zusammenhängenden wichtigsten Kenntnisse werden zusammenfassend geschildert.

Dr. Z. Horváth: **Beschreibung des Internationalen Masseinheitsystems (SI)** ..... S 564
In Ungarn hat man sich ebenfalls entschieden, das internationale Masseinheitsystem (SI) einzuführen. Der Verfasser ist bestrebt, den Übergang durch die in seiner Arbeit mitgeteilten Zeichen und Masseinheiten, sowie durch andere nützliche Daten zu erleichtern.

Dr. P. Bárczy—Dr. F. Tranta: **Methoden der Prüfung der Schichtungsfehler** ..... S 566

Die Arbeit bietet eine Übersicht über die modernen Verfahren zur Bestimmung der Schichtungsfehlerenergie und der Wahrscheinlichkeit der Schichtungsfehler.

Dr. Z. Gyulay: **Informationsdienst im Ölbergbau** S 572

Der Verfasser behandelt die Rolle der Information in der technischen Entwicklung anhand des Beispieles des Ölbergbaues. Der beschleunigte Anstieg der wissenschaftlichen und technischen Veröffentlichungen — die Informationsflut — erfordert eine Selektion und Ordnung.

CONTENTS

Z. Kakassy—Z. Belcsák: **Modern cooling system for pusher type furnaces** ..... P 529

The paper describes the cooling system of the pusher type furnace built in the Lőrinc rolling mill of the Duna Ironworks by the Enterprise for Metallurgical Construction, the experiences of the operating trials, and furnishes a theoretical review of the system of evaporating cooling which had not been in use before in Hungary.

G. Nagy: **Increasing the corrosion resistance of aluminium silicate pouring armatures by carbon infiltration** ..... P 532

The author has developed the theoretical and practical conditions of a method for promoting the resistance of refractory pouring armatures to chemical and physical influences, i.e. for solving one of the main problems of producing clean steel — the reduction of exogenic inclusions.

Dr. J. Grewen: **Textures and the Deep Drawing process** ..... P 554

Deep drawability is one of the main conditions of modern sheet processing. The various characteristics of deep drawability depend decisively on the crystal structure, on the texture of the material. The world-famous author has summarized in this lecture our essential knowledge in this field.

Dr. Z. Horváth: **Description of the international system of measuring units (SI)** ..... P 564

Hungary has also decided to introduce the international system of measuring units (SI). The author endeavours to facilitate the conversion by the symbols and measuring units given in his paper and by further useful data.

Dr. P. Bárczy—Dr. F. Tranta: **Methods for studying the lamination defects** ..... P 566

The paper surveys the modern methods for determining the lamination defect energy and the probability of lamination defects.

Dr. Z. Gyulay: **Information service in oil mining** P 572

The author describes the role of information in technical development in the case of oil mining. The accelerated increase of scientific and technical publications — the continual flow of information — requires a selection and ordering of the material.

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP, DR. BECKER ERVIN, BOROSSAY BÉLA, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOLLÁR SÁNDOR, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN, DR. VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

105. évfolyam 12. szám 1972. december

Eredményekben gazdag új évet kíván tagtársainknak és minden kedves olvasónknak
a Szerkesztő Bizottság

Tolókemencék korszerű hűtési rendszere

KAKASSY ZOLTÁN—BELCSÁK ZOLTÁN okl. gépészmérnökök
Kohászati Gyárépítő Vállalat

DK: 621.771.06 (439) : 66.041.56.001.42

A cikk ismerteti a Kohászati Gyárépítő Vállalat által a DV Lőrinci Hengerműben épített tolókemence hűtési rendszerét, a próbaüzem alatt szerzett tapasztalatokat, egyben elvi áttekintést is ad a — nálunk korábban nem alkalmazott — kigőzölögtető hűtésről.

Elméleti megfontolások

A Kohászati Gyárépítő Vállalat a D.V. Lőrinci Hengerműben új tolókemencét tervezett és épített. Ennél a tolókemencénél több újszerű megoldást alkalmaztak (keresztűzelés, védőgázatmoszféra, keresztkitolás, kigőzölögtető hűtés stb.). Ezek közül cikkünkben a kigőzölögtető hűtőrendszert kívánjuk ismertetni.

A rendszer feladata a kemence hosszában végigfutó 6 (darabonként 2—2 vastagfalú csőből álló) csúszócső, és az ezeket tartó 8 keresztgerenda hűtése. Ezek az elemek szigetelő téglákkal, illetve döngölettel vannak körülvéve a hőveszteségek csökkentése céljából. A hőterhelés azonban még így is 20 000 kcal/m², ó nagyságrendű. A szigetelés romlásával ez az érték többszörösére emelkedik.

Hazai kohászati üzemeink állandó vízproblémákkal küzdenek. Ez részben vízhiányban, részben pedig a nem megfelelő minőségű víz okozta üzemzavarokban jelentkezik. Ezek a problémák indokolják, hogy ahol lehet, elgőzölögtető hűtéssel (esetleg kigőzölögtető hűtéssel) cseréljük fel az átfolyó hűtéseket, illetve tervezzük az új berendezéseket. A szokásos, átfolyóvizes hűtőrendszert alkalmazva a vízszükséglet ~300 m³/ó értékű lenne.

Az elgőzölögtető hűtés legfőbb előnye az átfolyó hűtéssel szemben az, hogy vízigénye csupán töredéke az utóbbinak.

Pl. 20 °C hőmérsékletű hűtővizet és 20 °C-os felmelegedést véve alapul:

1 kg vízzel elvihető hőmennyiség átfolyó hűtéssel

$$q_1 = i_{40} - i_{20} = 40 - 20 = 20 \text{ kcal/kg}$$

1 kg vízzel elvihető hőmennyiség elgőzölögtető hűtéskor

$$q_2 = i'' i_{20} = 640 - 20 = 620 \text{ kcal/kg}$$

i_{20} [kcal/kg] a víz entalpiája 20 °C-on
i_{40} [kcal/kg] a víz entalpiája 40 °C-on
i'' [kcal/kg] a gőz entalpiája 1 att nyomáson.

A két hőmennyiség aránya:

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{620}{20} = 31$$

Ez az arány természetesen változik az alkalmazott tápvízelőmelegítéssel, a gőznyomással stb.

További előny még az egyébként hasznosításra alkalmatlan hulladék-hőből nyert gőz, amelyet villamosenergia termelésre, fűtésre, vagy technológiai célokra lehet felhasználni. Az üzemzavarok (dugulások, lyukadások, stb.) száma a tapasztalatok szerint szintén csökken.

Fenti előnyökkel kell szembe állítani, hogy az alkalmazott hűtővíz kazántápvíz minőségű legyen. Ez gondos előkészítést és szakképzett kezelőszemélyzetet igényel.

Ilyen elgőzölögtető hűtőberendezések vannak a következő helyeken:

1. Ózdi Maerz — típusú SM kemencék ajtókeret, vállgerenda, pillérhűtő és felszálló hűtők hűtésénél,
2. Dunai Vasmű Maerz — Boelens rendszerű SM kemencék ajtókereteinél,
3. Csepeli SM kemencék ajtókereteinél és vállgerendáinál.

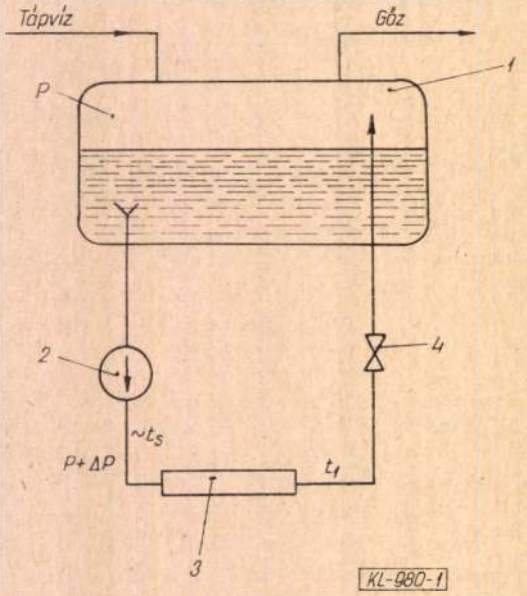
Ezen berendezések üzemképes működésükkel bizonyították létjogosultságukat.

Sajnos, az elgőzölögtető hűtés nem minden területen helyettesítheti minden további nélkül az átfolyó hűtést. Így például a cikk témáját képező tolókemencénél az jelentett problémát, hogy — mint kísérletek is igazolják [1] — a gőz és a víz szétválása a hosszú hűtőelemekben elkerülhetetlen. Ez — tekintettel a kis hőátadási tényezőre a gőz és a csőfal között — a csúszócsövek túlhevülé-

séhez vezethet. A szétválás megakadályozása csak igen kis átmérőjű csövek alkalmazásával lehetséges, amit viszont a kemencében jelentkező mechanikai igénybevételek miatt nem vehetünk számításba.

Fenti probléma miatt merült fel olyan hűtési mód alkalmazása, amelynél nincs gőzképződés a csövekben, de az elgőzölögtető hűtés legnagyobb előnye — a kis vízszükséglet — megmarad. Ez a hűtési mód a kigőzölögtető hűtés, amelynek lényegét az *1. ábra* alapján a következőképpen foglalhatjuk össze:

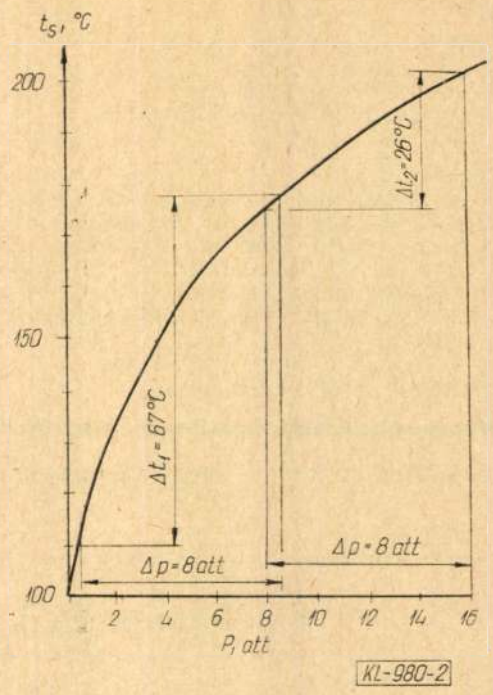
A *2* keringtető szivattyú a p nyomásnak megfelelő t_s hőmérsékletű vizet szív az *1* dobból és nyom $p+\Delta p$ nyomással a *3* hűtendő elembe. A víz ezen keresztül haladva t_s-ről t_1-re melegszik. Ez a hőmérséklet alacsonyabb, mint a $p+\Delta p$ nyomáshoz tartozó telítési hőmérséklet, így gőzképződés nincs. Ezután a hűtővíz a *4* fojtószelepen halad át, ennek során nyomása ismét p-re esik.



1. ábra. A kigőzölögtető hűtés elvi kapcsolása
1 Dob, 2 Keringtető szivattyú, 3 Hűtendő elem, 4 Fojtószelep

Mivel $t_1 > t_s$, a víz egy része itt kigőzölög, és a dobba mint víz-gőz keverék jut. A dobban a víz és a gőz a fajsúlykülönbségnek megfelelően szétválik, a gőzt elvezetjük a felhasználási helyre, a víz pedig ismét részt vesz a hűtőkörben.

A berendezéssel elérhető hűtési teljesítmény (elvonható hőmennyiség) a dobban tartott nyomás és a keringtető szivattyúk által előállított emelő magasság függvénye. Ez annál kedvezőbb, minél alacsonyabb a dobnyomás és minél nagyobb a szivattyúk által előállított emelő magasság. Ezzel szemben áll a termelt gőz felhasználhatóságával szemben támasztott követelmény, mely a gőznyomás (dobnyomás) emelését kívánja. Adott szivattyújellemzők között a dobnyomás emelése a hűtőelemekből távozó megengedett vízhőmérsékletet korlátozza. (Megengedett hőmérséklet-emelkedésen a hűtőelemben gőzfejlődés nélkül létrejött felmelegedését értjük.) Ez a gőz nyomás-telítési hőmérséklet összefüggéséből következik, mint a *2. ábrán* látható.



2. ábra. Az elvileg megengedhető hűtővíz felmelegedés $\Delta p = 8$ att szivattyú emelőmagasság mellett

Például a dobban $p = 0{,}5$ att nyomást tartva a szivattyú $\Delta p = 8$ att emelőmagassága mellett $\Delta t_1 = 67$ °C a megengedhető hőmérséklet-emelkedés. $p = 8$ att dobnyomás mellett az $\Delta t_2 = 26$ °C-ra csökken.

A gyakorlatban ezek az értékek (Δt) tovább csökkennek, tekintettel a hőmérsékletmérésekben jelentkező bizonytalanságokra, a párhuzamos ágaknál fellépő hőmérsékleteltérésekre, a rendszer áramlási ellenállására, valamint arra, hogy a hőszigetelés romlása az egyes elemeknél ugrásszerűen következik be (egy-egy szigetelőanyag darab leesése), így számítani lehet néhány °C-os hirtelen hőmérsékletemelkedésre az adott hűtőelemeknél. Ez a D.V. Lőrinci Hengerműben tapasztaltak szerint 3—4 °C-os változásokat jelent.

Összegezve: A nyugodt, biztonságos üzem vezetéséhez 8—10 °C-os tartalék szükséges.

Ha az előző példánkon szereplő Δt értékeket fentiek szerint csökkentjük, akkor

$p = 0{,}5$ att dobnyomás mellett $\Delta t = 59$ °C
$p = 8{,}0$ att dobnyomás mellett $\Delta t = 18$ °C

a megengedhető felmelegedés.

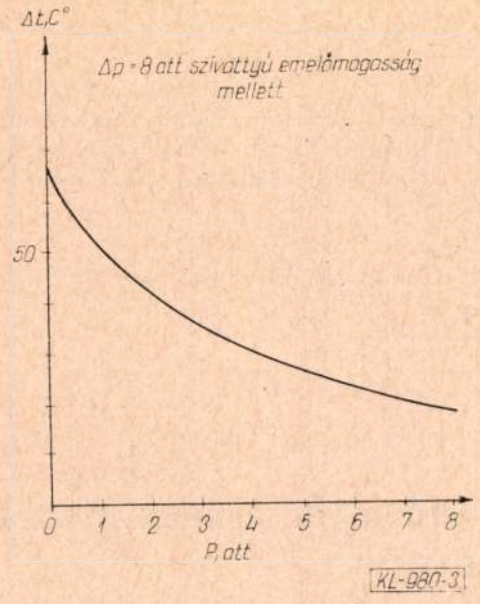
A megengedhető felmelegedést a dobban tartott nyomás függvényében a *3. ábra* mutatja.

Gyakorlati megvalósítás

A DV. Lőrinci Hengerműben épített keresztüzelésű tolókemencénél az alábbi elvek szerint terveztünk kigőzölögtető-hűtőberendezést:

1. A kigőzölögtető hűtőberendezés a tolókemence szerves részét képezi, üzembiztos működése annak működése szempontjából igen jelentős.

2. A folyamatos keringtetés minden körülmények között való biztosítása érdekében összesen 3



3. ábra. A megengedhető hűtővíz felmelegedés gyakorlati értékei a dobban tartott nyomás függvényében

keringtető szivattyút alkalmaztunk, melyek közül 2 villanymotorral, 1 pedig gőzturbinával hajtott.

3. A villanymotorok táplálása fő és tartalék áramról történik.

A berendezés kapcsolását a *4. ábra* mutatja, amely a próbaüzem tapasztalataink alapján szükségessé vált átalakítások figyelembevételével készült.

Az ábrán *4*, illetve *5*-el jelölt szivattyúk közül általában 2 működik. A szivattyúk közül 1 db is képes az ábrán megadott 140 m³/ó vízmennyiség szállítására, azonban váratlan szivattyúkiesés esetén a cirkuláció megszűnése átmeneti zavarokat okozhat (gőzdugók), amelyek párhuzamosan járatott szivattyúk esetén nem jelentkeznek. Rendszerint a gőzturbina hajtású és az egyik villamosmotorral hajtott szivattyú üzemel.

A szivattyúk a *6* gőzdobból $p = 4$ att nyomású, $t = 151$ °C hőmérsékletű vizet szívnak. A víz nyomása a szivattyúk után $p = 12$ att-ra növekszik, hőmérséklete gyakorlatilag nem változik. A gépházból csővezetéken jut a hűtővíz a kemencéhez. Az egyes elemek közötti hűtővízelosztást szabályozó szelepekkel végezzük, a kilépő víz hőmérséklete alapján.

A kilépő hűtővízhőmérsékletek folyamatos ellenőrzése rendkívül fontos, ezért ellenőrzésükre hőmérsékletregisztráló műszereket építettünk be, amelyek beállított maximális hőmérsékletnél hang- és fényjelzést adnak.

A felmelegedett hűtővíz csővezetéken érkezik vissza a gépházba, ahol a *10* fojtószelepen áthaladva nyomása 4 att-re esik, közben kigőzölög. A keletkezett (~3,6 t/ó) gőz a gyár gőzelosztójára csatlakozik.

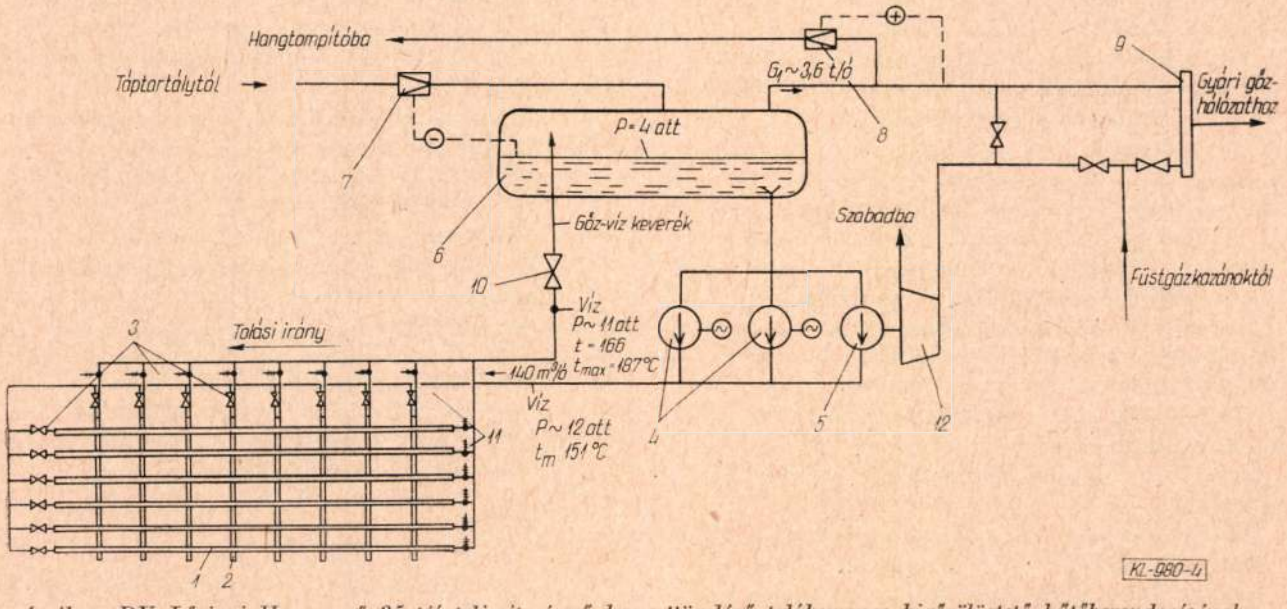
Abban az esetben, ha a gyári hálózat kevesebb gőzt igényel — és ennek következtében a gőz nyomása emelkedne — a gőz egy része az automatikus gőznyomásszabályozó szelepen keresztül a szabadba kerül.

A dob vízszintjének tartásáról automatikus szabályozás gondoskodik.

A kemence üzembehelyezése alatt több átalakítást hajtottunk végre. Ezek az átalakítások elvileg két csoportba sorolhatók:

1. Az áramlási viszonyok javítása, kézbentartása és ellenőrizhetősége érdekében a hűtőelemek kapcsolását megváltoztattuk.

2. Miután bebizonyosodott, hogy a gőzdob ideális nyomása kb. 4 att, a gőzhálózatot úgy módosítottuk, hogy a gőzturbina hajtású keringtető szivattyú táplálása a meglévő füstgázkazánok 8—10 att-s gőzéről is történhessen. Ezt az átalakítást indokolta az is, hogy a terv szerinti „ALLO" gőz-



4. ábra. DV Lőrinci Hengermű 35 t/ó teljesítményű keresztüzelésű tolókemence kigőzölögtető hűtőberendezésének elvi vázlata. (Egy jellemző üzemállapot adataival 37 t/ó teljesítmény mellett)

1 Csúszósínek, 2 Keresztgerendák, 3 Szabályozószelepek, 4 Motoros keringtető szivattyú, 5 Turbinahajtású keringtetőszivattyú, 6 Gőzdob, 7 Tápvízszabályozó szelep, 8 Gőznyomás-szabályozó szelep, 9 Gőzelosztó, 10 Fojtószelep, 11 Ellenőrző hőmérők, 12 Gőzturbina

nyomáshatároló nem került beépítésre és így csak kézi szabályozással lehetett a gőznyomást tartani. (Ez nagyobb nyomáson igen nagy figyelmet kíván).

Értékelés

A próbaüzem befejezése óta eltelt csaknem egyéves időszak tapasztalatai alapán azt mondhatjuk, hogy a kigőzölögtető hűtőberendezés bevált. Jelentős üzemzavar nem fordult elő. A jelentkező problémákat (pl. áramkimaradás) a kezelőszemélyzet jól oldotta meg.

A szerzett tapasztalatok alapján javasolható, hogy új tolókemencék tervezésénél ezt a korszerű hűtési módot alkalmazzuk.

Ajánlható meglevő berendezések átfolyó hűtésrendszerének átalakítása is, természetesen ebben az esetben a konkrét körülmények (telepítés, konstrukció) alapos vizsgálata szükséges a döntés előtt.

IRODALOM

[1] *Vonnemann, Rudolf:* Stahl und Eisen 1957 augusztus 22. pp 1132.

Alumíniumszilikát öntőszerelvények korrózióállóságának fokozása karbon infiltrációval*

NAGY GÉZA okl. kohómérnök,
Nehézipari Műszaki Egyetem

DK: 666.763.5 : 621.74 : 620.197

Szerző olyan módszer elméleti és gyakorlati feltételeit dolgozta ki, amely a tűzálló öntőszerelvények kémiai és fizikai hatásával szemben az ellenálló képesség fokozását, vagyis a tiszta acélgyártás egyik főproblémájának megoldását, az exogén zárványok csökkentését segíti elő.

Bevezetés

Az acélgyártás öntőcsarnoki szakaszában, a nemesfém zárványok forrásainak meghatározása céljából végzett radioaktív izotópos vizsgálatok hiteles mérési adatai bizonyítják, hogy az alsó öntés eróziója révén az öntecsbe jutó tűzálló anyagrészecskék tekintélyes hányada a kokillák előtti alumíniumszilikát csőszerelvényekből származik. Ez a tény indokolja azt a nemzetközi gyakorlatban előtérbe került törekvést, amely a tisztaacél gyártásának követelményeit kielégítendő, a kémiai korrózióval és olvadék erózióval szemben ellenállóbb kerámiai anyag előállítását célozza.

A korábban elhanyagolható jelentőségűnek tekintett, ún. *egyszer szolgáló* öntőcsarnoki idomokkal szemben a korszerű acélgyártás ma kivételes követelményeket támaszt. Ezek kielégítése történhet a kerámiai technológiában alkalmazott jobb minőségű anyagokkal és műveletekkel, vagy a porozitást és nedvesíthetőséget csökkentő utókezeléssel. Az előbbi költségesebb, az utóbbi bonyolultabb megoldásokat tartalmaz.

Tanulmányom a kőszénkátrány szurokkal impregnált alumíniumszilikát öntőszerelvények néhány elméleti és alkalmazástechnikai vonatkozásával foglalkozik.

A bevezetőben említett alsó öntés közben a korrózió és erózió révén öntecsbe jutó tűzállóanyag részecskék tekintélyes hányada a közvetlen kokillák előtti alumíniumszilikát csőszerelvényekből származik [1].

A téglaszerkezetbe hatoló különböző kémiai összetételű és makroszerkezetű alumíniumszilikát olvadék korróziós és eróziós roncsolása több integrálisan ható tényező függvénye. Általában megállapítható, hogy a makroszkopikus zárványok túlnyomó részének kémiai összetétele a tűzállóanyag felületén létrejövő infiltro-korróziós réteg összetételének felel meg, más fogalmazásban az öntőcsarnoki tűzálló szerelvények felületén képződő reakció réteg és az erodált makroszkopikus zárványok között szerkezeti azonosság van.

Kísérletek bizonyítják, hogy a reakcióréteg kialakulásában elsősorban a fizikai (termomechanikai) és kémiai tényezőknek van nagy szerepük, ideértve a tűzállóanyaggal határolt, adott csatornatérben kialakuló acéláramlási sebességet is [2].

Az alumíniumszilikát öntőkövek kémiai összetétele mellett elsődleges szerep tehát a reakcióréteg mélységét és összetételét döntően meghatározó felület makroszerkezetének [3] jut.

Az anyagszerkezettel szemben támasztott követelményeket fizikai-kémiai összefüggésekkel lehet jellemezni. A különböző módon (hőmérséklet-növelés, oxigénfúvatás stb.) intenzifikált acélgyártás folyamatában az eddig ismert agresszív hatások fokozottabban teljesednek ki. A hőmérséklettel nő az acél hígfolyóssága és ennek révén áramlási sebessége is [4]. A viszkozitás (η) exponenciálisan függ az abszolút hőmérséklettől (T).

$$\eta = Ce^{\frac{-E}{RT}} \qquad (1)$$

ahol C — konstans, E — a viszkózus folyás aktiválási energiája.

Ismeretes, hogy a folyékony fémmel vagy salakkal érintkező tűzálló anyag kémiai elroncsolódása

* A Vaskohászati Szakosztály által 1971. évi pályázatán díjat nyert pályamunka.

úgy értelmezhető, mint szilárd halmazállapotú kristályos anyag oldódása folyadékban. Az oldódási sebességet kifejező általános összefüggés:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{D}{b}(C_0 - C_x)F_{old} \qquad (2)$$

ahol D diffúziós tényező
b a diffúziós réteg vastagsága,
$(C_0 - C_x)$ a tűzállóanyag oldódásának, illetve a salak tűzállóanyaggal való telítődésének mértéke,
F_{old} az oldási felület.

Mivel a tűzálló öntőszerelvényekkel érintkező folyékony fázis állandó mozgásban van, az oldóközeg — salak, folyékony fém — tűzállóanyag koncentrációja (C_x) nulla.
Tehát:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{D}{b}C_0F_{old} \qquad (2a)$$

Szükséges kiemelni, hogy az F_{old} nagyobb, mint a tűzállóanyag palástfelülete, a téglaszerkezet porozitásának következtében.

A fentiekkel összefüggésben megállapítható, hogy az olvadékkorrózió mértékét jelentősen befolyásolja a tűzállóanyag szabad pórusainak átmérője. Továbbá nagy szerep jut az olvadék és tűzállóanyag között kialakuló nedvesítési viszonynak *(1. ábra)*.

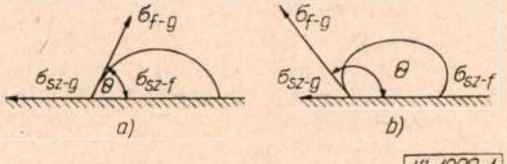
Az említett tényezők hatását összegezi a salakbehatolás sebességét leíró általános összefüggés:

$$\frac{dh}{dt} = \left(\frac{2\sigma\cos\Theta}{rh} \pm S\right)\left(\frac{r^2}{8\eta}\right) \qquad (3)$$

ahol σ az olvadék és gázközeg határán ébredő felületi feszültség,
Θ az olvadékcsepp és a tűzállóanyag között kialakuló nedvesítési határszög,
r a kapilláris csatorna (pórus) sugara,
h a pórus hossza,
S az olvadék fajsúlya.

Amiből világosan kitűnik, hogy a beszűrődés sebessége, vagyis a korrózió mértéke arányos az olvadék és a tűzálló anyag érintkezési felületének nagyságával, a kapilláris sugárral, a nedvesítés mértékével és a viszkozitás csökkenésével. Ez utóbbi az alkalmazott technológia követelménye, ezért az előbbiek csökkentése célszerű. Ennek legegyszerűbb és gazdaságos módja egy alkalmas karbonhordozóval történő utókezelés [5].

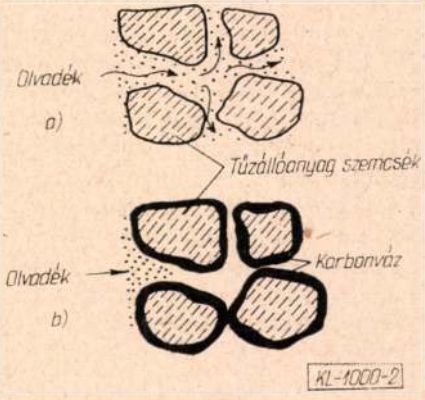
A módszer lényege, hogy a hagyományos módon gyártott tűzállóanyagok pórusaiba egy olyan nagy tűzállóságú és sem a salakkal, sem a téglaszerkezet alkotóival kémiailag nem reagáló anyagot kell juttatni, amely azokat részben, vagy teljes egészében kitölti. Ezzel csökkenthető vagy megakadályozható a salak, illetve folyékony fém, vagy



1. ábra. A felületi feszültség és a nedvesítési határszög alakulása, jó a) és rossz b) nedvesítés esetén

ezek és a tűzállóanyag kémiai reakciója révén keletkező kis viszkozitású olvadék bejutása a tűzállóanyag belső szerkezetébe [6]

Erre a célra legalkalmasabb a karbon, amely kőszén kátrányszurok formájában bejuttatható. A termék pórusaiba beszívódott kátrány beépítés után a folyékony acél nagy hőmérsékletének hatására krakkolódik, és a téglaszerkezetben kialakul egy kátránykokszváz, amely késlelteti az acél és a salak roncsoló hatásának érvényesülését *(2. ábra)*.



2. ábra. Az olvadék behatolásának szemléltetése a hagyományos a) és karbonhordozóval kezelt b) téglaszerkezetbe

A kátránykokszváz (karbonváz) növeli a tűzállóanyag hőváltozásokkal szemben tanúsított ellenálló képességét, mivel a téglaszerkezet hővezető képessége (λ) nő, ami a hőmérsékleti grádiens értékét csökkenti.

$$\frac{dt}{dx} = \frac{q}{\lambda} \qquad (4)$$

ahol q hőmennyiség,
λ hővezető képesség.

A (4)-es összefüggés felhasználásával a termikus feszültség (σ_{term}) értéke a következő [7].

$$\sigma_{term} = \alpha l \frac{q}{\lambda} \cdot G \qquad (5)$$

ahol α és G a tűzállóanyag tulajdonságaitól, míg l a méretétől függ.

Mivel a σ_{term} értékét meghatározó tényezők — a λ kivételével — karbonmentes és impregnált tűzállóanyagok esetében azonosak, a λ pedig a karbonbevitellel jelentősen nő, így érthető az impregnálás hőfeszültséget csökkentő hatása.

Alapkutatás jellegű vizsgálatok

A karbonhordozó kiválasztásánál olyan vízmentes kőszénkátrány jöhet szóba, amelynek jelentős krakk-maradéka és olyan lágyuláspontja van (60—80 °C), hogy impregnálás után jól kezelhető, vagyis a tűzálló idom felületén maradt kátrány a beépítés hőmérsékletén megőrzi szilárdságát. Az alumíniumszilikát tűzállótermék pórusaiba jutott karbonhordozó krakkolódási folyamata az üzemi hőmérsékleten rövid idő alatt végbemegy. Így kimaradhat az előkrakkolás költséges művelete, amely egy speciális, legalább 800 °C-on üzemelő

kemencét igényel, ahol a téglaszerkezetből történő karbonkiégés megakadályozására az impregnált idomokat széndarába ágyazva kell hőkezelni.

A felhasználás helyén történő krakkolás előnye továbbá, hogy azonos kátrányminőség esetén a krakkmaradék mennyisége kedvezőbb. Az utóbbi megállapítást irodalmi adatok és saját méréseink is igazolják. A gyorshevítés ugyanis messzemenően gátolja az illó alkatrészek eltávozását és nagyobb maradó szénmennyiséghez vezet [8].

Összehasonlító vizsgálataink során azonos súlyú és méretű samott próbatesteket azonos körülmények között impregnáltunk, azután visszamértük súlyukat és az impregnált idomok egy részét széndarába ágyazva, egyenletes sebességgel (200 °C-óra) hevítettük fel 900 °C-ra, majd hűtöttük szobahőmérsékletre. A próbatestek másik részét szintén széndarába ágyazva 900 °C-os munkatérhőmérsékletű kemencébe helyeztük, majd egy órás hőntartás után a széndara ággyal együtt szabadlevegőn hűtöttük szobahőmérsékletre. A mérések azt bizonyítják, hogy míg az előző krakkolási mód esetén a maradó karbontartalom a felvett kátrány súlyának átlagosan 30—40%-a, addig az utóbbinál ez az érték 55—60% volt.

Kísérleteinkhez hazánkban gyártott és könnyen beszerezhető karbonhordozók közül a Dunai Vasműben előállított vízmentes kőszénkátrányszurkot választottunk, megfelelő lágyuláspontja (70 °C) és legnagyobb krakkmaradéka miatt.

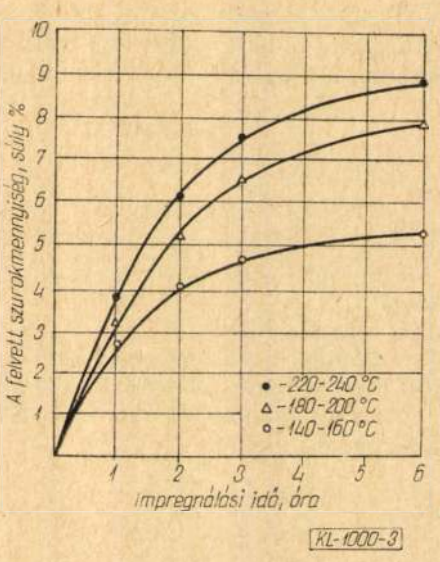
Az utóbbi értéke 58—60%, szemben a 20—30% maradó karbont biztosító kátránnyal és bitumennel. Az impregnálás optimális hőmérsékletének meghatározásához 20%-os látszólagos porozitással rendelkező, 50 mm átmérőjű és magasságú samott próbatesteket használtunk. A mért értékeket a *3. ábra* összegezi. Az ábráról leolvasható, hogy azonos idő alatt a legjobb szurokfelvételt, a legkisebb viszkozitást biztosító 240 °C-os impregnálási hőmérséklet eredményezett.

A hőmérséklet további fokozása azért nem célszerű, mert 240 °C felett erőteljesen megindul a szurok illó tartalmának eltávozása.

A továbbiakban a választott karbonhordozóval és a fenti hőmérsékleten néhány próbatestet és kísérleti darabot 2,5 órás kezelési idővel impregnáltunk. Ezen darabok kis részét laboratóriumi körülmények között széndarába ágyazva krakkoltuk, másik részüket beépítettük a funkciójuknak megfelelő felhasználási helyre és végül összehasonlításképpen makro- és mikroszkopikus vizsgálatoknak vetettük alá.

Az impregnálási eljárással tulajdonképpen nem új szilikátrendszert, hanem új szerkezetet hoztunk létre. Tehát a szurokkal átitatott tűzálló gyártmány felhasználási helyre történő beépítése nem jelent különösebb kockázatot, ha megfelelő technológiai fegyelem mellett készül és impregnálás előtt is megfelel a vonatkozó szabványban előírt minőségi követelményeknek.

Az impregnálás tárgyát konkrétan néhány csatornatégla és dugófej képezte, amelyet az LKM Martin-acélművének öntőcsarnokában használnak. Kiválasztásuknál arra törekedtünk, hogy ezek



3. ábra. Karbonhordozó felvétel a kezelési idő függvényében

a darabok az öntőcsarnoki tűzálló szerelvények egy-egy sajátos igénybevételi területét képviseljék és minél használhatóbb eredményeket adjanak a helyes következtetések levonásához.

Alkalmazott kutatás jellegű vizsgálatok

Csatornatégla: A jelenleg alkalmazott csatornatégla, melynek anyaga samott, csak nagyon ritkán felel meg a vele szemben támasztott követelményeknek. Öntés során a falvastagság 5—6 mm-t kopik, a maradó munkafelület durva, elsalakosodott és mély kimaródásokat mutat. Nagyon gyakori az az eset, amikor a csatornatégla már az öntés elején elreped, ami a támadási felület növekedéséhez és sokszor a téglafal teljes eróziójához vezet. Az elragadott tűzállóanyag szemcsék az acéltuskóba kerülnek és tekintélyes részük a hasznos szelvényben marad.

A szurokkal impregnált csatornatéglák anyaga a kezelés után tömörebbé, jobb hővezetőképességűvé válik. Ezért joggal remélhettük a pozitív eredményt, amit a kísérletek igazoltak is.

A kísérleti téglákat két rendszer szerint építettük be. Az egyik esetben egy öntőlap négyágú csatornájának egy-egy teljes ágát impregnált téglából építettük, másik esetben a csatornát úgy képeztük ki, hogy abban a hagyományos és impregnált téglák egymást követték. A beépített kísérleti téglák öntés után feltűnő különbséget mutattak a hagyományos csatornaidomokkal szemben. Míg a karbonmentes csatornatégla durva, szemcsés, szigetes és erősen elsalakosodott felületű volt, addig az impregnált sima, grafitos fényű felületet mutatott.

Az előbbiekben leírtak alapján látható, hogy az impregnált csatornatégla sokkal jobban ellenáll az acél roncsoló hatásának, mint a hagyományos. Tehát az eljárás üzemi bevezetése jelentős előrehaladást eredményezhet a minőségi acélok gyártásának irányába.

Dugófej: A jelenleg alkalmazott samottdugók nagyon gyakran tönkremennek. Ennek oka egy-

részt az, hogy a hőlökést nem tudják elviselni, másrészt az öntés végére nagy részüket elmarja és elsodorja az acél, illetve a salak.

Az impregnált dugókkal folytatott kísérletek során összehasonlítás céljából megfigyeltük azokat a dugókat is, amelyeket egyidőben építettek be azonos minőségű acél öntéséhez. Értékelés céljából az impregnált és karbonmentes samott dugófejek megmaradt részeit hasonlítottuk össze, vagyis az azonos pozíciójú részek öntés utáni állapotát, a munkafelületek kopását és a belső szerkezetet vizsgálva.

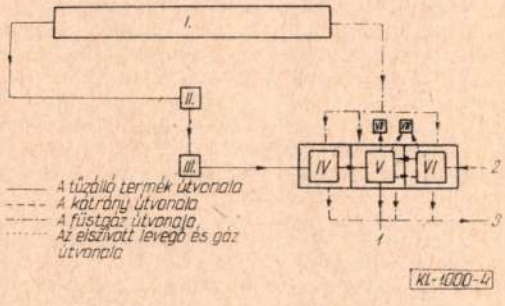
A karbonmentes dugófej sokkal jobban korrodeálódott és kopása egyenlőtlen volt, míg az impregnált dugófej emlékeztetett a grafitdugók felhasználás utáni állapotára.

A kopás mértékére jellemző, hogy azonos keresztmetszetben a hagyományos dugófejnél átlag 8—10 mm-es, míg az impregnált esetében 2—3 mm-es kopás tapasztalható. Megállapítható volt, hogy míg a hagyományos dugók munkafelülete erősen elsalakosodott, addig az impregnált dugó felületén egy nagyon vékony és egyenletes munkaréteg alakult ki. Az utóbbinál a munkaréteg alatt a téglaszerkezet sértetlen, ellentétben a karbonmentes dugóval, ahol széles és nehezen lehatárolható reakcióréteg alakult ki.

Javaslat az üzemi megvalósításra

A nemzetközi irodalom több eljárást említ a karbonhordozó bevitelére. Ezek elsősorban abból állnak, hogy a karbonhordozót egy alkalmas tartályban a kívánt hőmérsékletre hevítik és ebbe mártják mintegy 2—3 órás időtartamra az impregnálandó anyagot. A legnagyobb mérvű átitatást úgy lehet elérni, ha a tűzálló terméket először egy vákuumozható tartályba helyezik és a pórusok légmentesítése után árasztják el forró kátránnyal.

Az alkalmas megoldás kiválasztásánál lényegesek az egészségvédelmi és gazdaságossági szempontok. Ezért célszerű az impregnálás hőigényét az alagútkemence hulladékhőjéből biztosítani.



1. ábra. Impregnáló rendszer elvi sémája

Az impregnáló rendszer üzemi megvalósításának elvi sémáját a *4. ábra* szemlélteti, ahol a jelzett egységek funkciója technológiai sorrendben a következő:

Az alagútkemencéből (I) kocsikon (II) érkező tűzállótermékeket egy rakodóketrecbe rakjuk (III), amely egysínes futómacska pályán a IV. sz. kamrába kerül, itt a termék előmelegszik 250 °C-ra, majd az V. sz. impregnáló tartályba jut (ez szükség esetén vákuumozható VIII). A tartály (V) lezárása után a VI. sz. tartályból megtelik a kívánt hőmérsékletű karbonhordozóval. A szükséges kezelési idő elteltével az impregnáló tartályból a karbonhordozót kátrányszivattyú szállítja vissza a VI. tartályba. Ezt követően az V. tartály kamrájának fűtését leállítjuk és alkalmas gázelszívó ventillátorral hideg levegőt szívunk át rajta csakúgy, mint a tartály munkaterén.

Ezután a kátrány lágyuláspontja alá hűlt téglákat a felhasználási helyre szállítjuk (1). A karbonhordozó utánpótlás egy alkalmas adagolószerkezet segítségével (2) a VI. tartályba történik.

Összefoglalás

Az egyszer szolgáló öntőcsarnoki tűzálló anyagok mindinkább kitüntetett szerephez jutnak. Alkalmazástechnikai tulajdonságaik fokozása érdekében célszerű a különböző gyártmányok karbonhordozóval való telítése, illetve ennek krakkolása révén tömörségének fokozása és folyékony salakkal, továbbá fémmel történő nedvesíthetőségének csökkentése.

A zárványosító hatás korlátozása azonban csak gazdaságos műveletsor közbeiktatásával történhet. E célból kívánatos olcsó, hazai karbonhordozó alkalmazásával, valamint az alagútkemence füstgázának felhasználásával és munkásvédelmi követelményeknek megfelelően kiképzett hermetikus impregnáló rendszer kialakítása.

IRODALOM

[1] A tűzállóanyagok eróziójának vizsgálata. Tanulmány. MTA Izotóp Intézet és Vaskohászattani Tanszék NME, Miskolc, 1971.
[2] *Litvinova, T. I.* és szerzőtársai: Sztálj, 1970. 6. sz.
[3] *Humphreys, D. E.:* Refractories Journal. 1969. I. sz.
[4] *J. Antal Boza:* Siliconf 1965.
[5] *József Antal Boza—Géza Nagy:* Materialy Pokonferencyjne Krakow 1971.
[6] *Barthel, A.:* Ber. Dt. Keram. Ges. 1970. 7. sz.
[7] *Dr. Antal Boza József:* Kohászati kemencék tűzálló építőanyagai. 1964.
[8] *Harders—Kienow:* Feuerfestkunde 1960. p. 843.

Algéria iparfejlesztéséről, különös tekintettel a kohászatra

A közelmúltban 1972. július 5-én ünnepelte Algéria népe függetlenségének 10. évfordulóját és e napon velük ünnepeltek a világ minden táján, így hazánkban is mindazok, akik a szabadság hívei, mindenféle kolonializmus ellenségei.

Ez alkalomból tekintsük át Algéria gazdasági helyzetének fő jellemzőit, különös tekintettel Algéria kohászatára, amelyben két tucatnyi magyar szakember is tevékenykedik a baráti Algériával kötött műszaki — tudományos együttműködés keretében.

1962-ben az eviani egyezmény alapján szabaddá vált Algéria gazdasága romokban hevert. A 8 évig tartó felszabadító háború, amely milliónyi ember életét követelte, sok milliárd kárt okozott a gyarmati elnyomás alatt monokultúrává nyomorodott közgazdaságnak. A gazdaság felépítésének egyik legnagyobb fékezője a szakemberhiány volt. A háború előtt a francia lakosság lélekszáma több, mint 1 millió volt, amely a felszabadulás után hónapok alatt rohamosan csökkent úgy, hogy ma Algériában élő európaiak száma 80 és 90 ezer között van mindössze.

Ezek a számszerűségek aláhúzzák azokat a hallatlan nehézségeket, amelyekkel Algériának meg kell küzdenie a szakember ellátás terén. Az országnak fel kell építenie gazdaságát, annak a mérhetetlen természeti kincsnek a bázisán, amellyel az ország rendelkezik. A kutatás, a beruházás, az új technika elsajátítása, az analfabétizmus leküzdése, a széleskörű közoktatás kifejlesztése és az úgynevezett arabizáció egyidejűleg jelentkező feladatok, amelyek elől a kormányzat nem tér ki.

Ezzel egyidejűleg folyik az úgynevezett agrár forradalom, amely hivatott megalapozni az algériai mezőgazdaság korszerű fejlesztését, a monokultúrás mezőgazdaság megszüntetését és földhöz juttatni azt a mezőgazdasági nincstelen réteget, amely a 132 éves francia elnyomás alatt alakult ki.

Algéria 1970—73 között kb. 28 milliárd AD-t kíván beruházásra fordítani (1 AD≙6,— Ft).

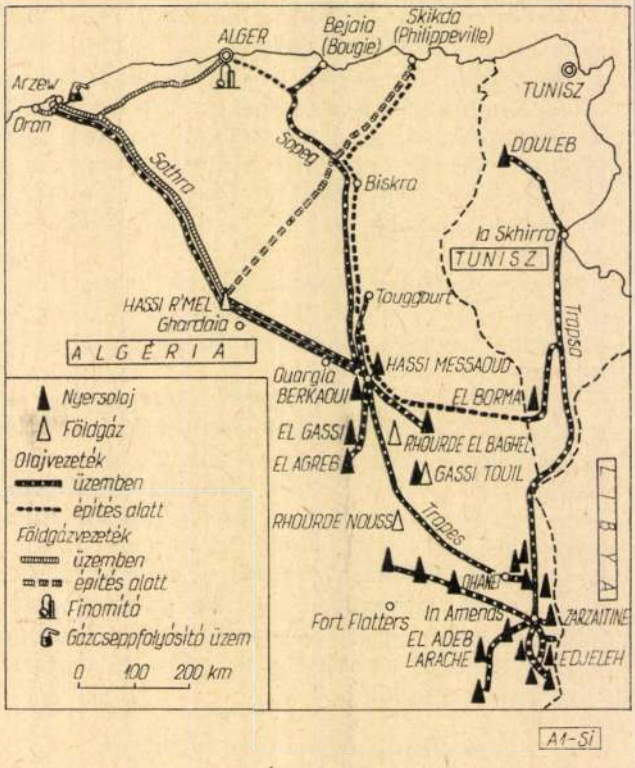
Ennek a megoszlását a következő táblázat mutatja [1]:

Beruházás jellege	Szektor	Ezer AD	Ezer AD	Százalék
Direkt termelő	mezőgazdaság	3,360	13 478	49
	ipar	10,118		
Kutatás	szénhidrogének	1,310		
	bányászat	267		
	vízgazdálkodás	200	1 777	6,4
Felújítás, modernizálás	mezőgazdaság	780		
	közlekedés	455	1 535	5,5
	szállítás	250		
	hírközlés	50		
Kulturális és közgazdasági infrastruktúra	oktatás	3,307		
	közlekedés	557		
	hírközlés	315		
	duzzasztóművek	600	6 164	22
	villamosítás	735		
	ipari zónák	100		
	szállítás	550		
Turizmus, gyógyvizek	turizmus	700	700	2,5
Szociális létesítmények	lakás	1,520		
	közösségi	762	3 216	11,5
	egészségügyi	934		
Adminisztratív berendezések	adm.	870	870	3,1
			27 740	100,0

A táblázatból látható, hogy a direkt termelő beruházások az összesnek kb. felét teszik ki és ezután következő legnagyobb tétel az oktatásra fordítandó beruházások tétele.

A megvalósított és folyamatban levő ipari fejlesztéseket szemléltetik a térképvázlatok [1].

A fentiekben vázolt nagyobb összefüggések után az alábbiakban a magyar bányász-kohász szakembereket



közelebbről érdeklő bányászati és kohászati ipari célkitűzéseiről adunk tájékoztatást. Algéria népgazdaságában kiemelkedő szerepet tölt be a szaharai olaj és földgáz. Erről a szerepről, e természeti kincsek körül lefolyt gazdasági csatáról, amely Franciaország és Algéria között zajlott le, a hazai sajtó elég részletes tájékoztatást nyújtott az olvasóközönségnek (pl. Népszabadság 1972. június 30.). Itt csupán annyit, hogy Algéria sikerrel fejezte be ezt a küzdelmet 1971. február 24-én, amikor az olajelőfordulásokat kihasználó vállalatokat államosította.

Bár az olajtermelés az 1970. évi 47,2 millió tonnáról 1971-ben 36,5 millió tonnára esett, 1972-ben 55 millió, 1973-ban 65 millió tonna termelésével számolnak.

A francia kormánnyal és az egyes érdekelt vállalatokkal az algériai szervek 1971 végén a kártalanítást és a további együttműködést illetően megállapodtak. Eszerint az algériai fél a C. P. A.-val (Compagnie des Pétroles d'Algérie) szerződést kötött 500 millió algériai dinár beruházásra, amelynek alapján 5 év folyamán a Hassi Messaoud-ban a jelenlegi 20 millió t/év termelést 30 millió tonnára növelik.

A vasércbányászat termelésének a növekedése mérsékelt lesz. 1969-ben az Onenza-i érc termelése 3,5 millió tonna volt. A hivatalos előirányzat 1973-ra 3,7 millió tonna érc bányászata. A bányákat működtető SONAREM nemzeti vállalat bányamozdonyokat Romániából vett. A szerződést 1971-ben írták alá és 1972-ben ellenértékül 1,2 millió tonna vasércet fognak Romániába szállítani. 1971-ben Lengyelországba is szállítottak 500 ezer tonna vasércet [2].

Annaba mellett El Hadjarban levő kombinát erőteljes fejlesztése most van folyamatban. A kombinát lényegében Algéria modern lemez és csőgyára, amelyet folyamatosan egyéb kereskedelmi acélok termelésére is kiépítenek.

A kombinát, amely a Société Nationale de Sidérurgie (SNS) állami vállalat legnagyobb műve, működését 1969 júniusában kezdte meg spirál hegesztett csövek gyártásával. A csőátmérő 1220 mm-ig 5—15 mm falvastagságú. A berendezés kb. 100 ezer t/év kapacitású, Hoesch szállítmány. Az acélmű ez évi üzembehelyezé-

séig német, olasz, Egyesült Államok-beli és japán acéllal dolgoztak.

Az első nagyolvasztó 735 m³-s francia konstrukció, 1969-ben került üzembe. Importált koksszal és hazai (ouenzai) ércel dolgozik. Az üzem tömörítőművel rendelkezik, termelése 450—500 ezer t/év nyersvas. A termelt nyersvas egyrészét Kínának szállították.

A második nagyolvasztóval a nyersvastermelést 2 millió tonnára emelik, a Szovjetunióval kötött szerződés keretében.

Ez évben üzembe került az oxigénes acélmű, 2 db 70 tonnás konverterrel 400 ezer tonna acéltermelő kapacitással. Ez az üzem szovjet szállítás. Az üzem kiegészül folyamatos öntőművel.

A kombinát további egysége egy félfolyamatos szélesszalag hengersor Innocenti vezérléssel. A kapacitás kb. 800 ezer t/év durvalemez és melegen hengerelt tekercs.

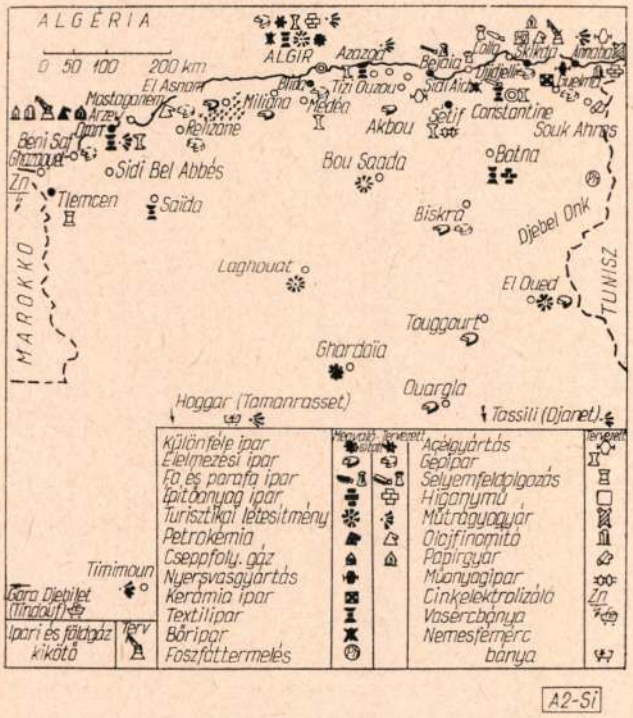
További építés alatt levő üzemegység, a hideghengermű 100 ezer tonna közép- és finomlemez kapacitással. Ezt a sort kiegészíti egy ónozó és horganyzó-mű, amelyet amerikai licenc alapján valósítanak meg.

A kombinát kiegészül a közeli 2—3 évben egy 80 ezer t/év kapacitású fúrócsőgyárral, amelyet egy új elektroacélmű fog ellátni acéllal.

Végül a folyó évtized második felében egy kereskedelmi profilacél hengerművet terveznek 300—400 ezer t/év kapacitással. A programm szerint 1975-ben 600—800 ezer tonna, 1980-ban 1,2—1,5 millió tonna, távlatban 3 millió tonna nyersacélt kívánnak termelni.

Ezt a fejlesztést a Szovjetunió és Algéria államközi szerződése biztosítja [3].

Az annabai (El Hadjar-i) kombinát, amely Algéria nemzeti büszkeségének tárgya, az ország nagyarányú iparosításának biztosítéka, amelynek részletezése helyett csupán a mellékelt térképvázlatok adnak útmutatást.



Az annabai kombinátot kiegészíti az Oran-i Siemens—Martin acélmű (35 000 t/év), amely betonacélt gyárt és a reghaia-i hegesztett-cső gyár (12 ezer t/év) [3]. A tervezett bővítések befejezése után az 1967. évi 17 kg/év, fő fajlagos acéltermelés 160—200 kg/év, főre fog emelkedni.

Algéria jelentős fémércekkel is rendelkezik, elsősorban ólom, horgany és rézércekkel. Vannak Algériának továbbá higanyérce és nemesfémércei is. Mindezek a természeti kincsek biztos alapot jelentenek a baráti Algéria sokoldalú fejlődéséhez.

Algéria ólom és horgany ércei zömmel El Abed mellett Zellidjában, a marokkói határ közelében vannak. Az érckészletet 9 millió tonnára becsülik 1,8%—6% közötti Pb- és 6% Zn. tartalommal. A jelenlegi termelés kb. 2000 t. érc/nap.

Algéria összes horganykoncentrátum termelése 1973-ban várhatóan eléri a 127 ezer tonnát, az 1969. évi 53 ezer tonnával szemben. Ugyanezen idő alatt az ólom koncentrátum termelést 30 ezer tonnára kívánják emelni az 1969. évi 8 és fél ezerről.

Az El Abed-i tervezett termelési adatok:

72%-s ólom koncentrátum: 12 800 t/évről 16 700 t/év-re és 60%-s horganykoncentrátum: 60 700 tonnáról 81 000 t/év-re.

A horganyelektrolizáló mű Ghazaouet-ban épül, El Abedhez közel. Az üzem az algériai SNS nemzeti vállalat és a franciaországi COCEI engineering — szerződés keretében épül. Az üzem kapacitása 40 ezer t/év tiszta fém lesz, amelyet már a belga Machim cégnek eladtak.

Ghazaouetban épül egy új kénsavgyár is.

1972. március 28-án Boumedien elnök jelenlétében történt meg az Oran melletti Hassi—Bonnif-nál a SN Métal (Société Nationale de Construction Métalliques) réz-üzemének alapkő letétele. Az üzem 20 ezer tonna/év rézárut és 15 ezer tonna acélszerkezetet fog gyártani. Az üzemet a nyugatnémet Krupp-cég tervezésében és segítségével két év alatt kívánják megvalósítani.

1971-ben megkezdték Azzaba mellett Ismail-ban egy 317 t/év kapacitású higany—kohó építését. A kohóépítéshez szakértőket és az alapvető berendezéseket a Szovjetunió biztosította. Az ércmennyiséget 277 900 tonnára becsülik. A kutatás eredménye szovjet szakértők munkáját dicséri.

A Szovjetunió (Technoexport) és az algériai SONAREM bányászati kutató vállalat 7 éves szerződést kötött bányászati kutatási programmra, amelyben 367 szovjet és 1000 algériai vesz részt. Jelenleg is folyik Dél-Algériában, a Hoggar hegységben eredményes kutatás aranyra, platinára, ónra és tungsten-re.

Egy amerikai konszernnal, az Areo Service Division of Litton Industries-l szerződést kötöttek 8 millió dollár értékben légikutatás (airborne) technikájának alkalmazására [2].

Fentiekből érzékelhető, mily sokoldalú és nagyarányú tevékenységet fejt ki a baráti Algéria gazdaságának felépítésére, féltő gonddal kerülve az egyoldalúságot és az egyirányú tájékozódást. Természeti kincseinek gazdagsága biztos alapot nyújt a modern ipari Algéria gyors felépítéséhez. Ebbe a nagy munkába minden bizonnyal jelentősebben bekapcsolódhat Magyarország is, amely eddig is nagyszámú szakértővel járult hozzá Algéria fejlesztéséhez.

Selmeczi Béla

IRODALOM

[1] L'Algérie. 1962—1972: dix ans d'indépendance. Le Mond Diplomatique. 1972. jan.
[2] Mining 1972 annual review. 1972. június. 365. old.
[3] Revue de Métallurgie 1971. február. 53—55. old.

Korszerű külföldi üzemek ismertetése

Az aranyosgyéresi dróthengermű

1971 második félévében látogatást tettünk egy Schloemann gépsorokkal működő romániai dróthengerműben.

Az üzem technológiai vázlatát, a főbb berendezések elhelyezkedését és felsorolását az *1. ábra* az üzem rövid műszaki, technológiai leírását a *2. ábra* mutatja.

Az üzembe normál vasúti vágányon érkezik a buga. A vagonból 21,8 m fesztávolságú, 16 Mp teherbírású futódaruval — emelőgerendás segédemelő és köteles megfogás segítségével — emelik ki és teszik a bugákat a bugatároló tér megfelelő helyére.

A bugatároló tér 150 m hosszúságú nyitott, daruzott terület. Betonba ágyazott I-tartókból képezték ki a rekeszeket, a bugák hosszának megfelelő hosszúságban (12 m), 5 m rakodási magassággal. A rekeszek két végén egyirányú targoncaközlekedésre alkalmas utat terveztek. A rekeszekben a bugákat minőség szerint helyezik el.

A tárolókból daruval helyezik a ▱ 80 mm-es bugákat a feladó rácsra. Erről lengőkaros és bütyköstárcsás mozgatás útján jutnak a bugák a kemence görgősorra. A görgősorról karos kiemelő segítségével emelik ki a hibás bugákat a tároló rácsra, ahonnan daruval veszik őket javításra, vagy selejtként visszaküldik a szállítónak.

A görgősoron áthaladó bugákat mérlegelik. A bugamérleg *Bicerba* gyártmányú. Mérlegelés után hajtott vonszoló szállítja a bugákat a görgőkön keresztül a beadó nyílásba, mely egyben a kemence legmagasabb pontja is.

A kemencegörgőkön álló bugákat 8 db betolófejjel kiképzett betológép (5) tolja rá a csúszópályára. Ezzel a kemencében elhelyezett bugákat is előtolja a löketnek megfelelő mértékben.

A tolókemence előmelegítő szakaszában 8 db földgázégő van. A bugák 8 db rozsdamentes speciális acélöntvény csúszópályán haladnak előre. A magas hőmérsékletű zónát 8 db nagyteljesítményű gázégő fűti fel a kívánt hőmérsékletre. Az égők alatt nyitható ajtók helyezkednek el a kemencében képződött és lehullott reve eltávolítására.

A kemence vezérlése automatikus. A kézi beavatkozás lehetősége biztosított. A kemence teljesítménye 12 × 80 × 80 mm méretű bugák hevítése esetén 80 t/h. A kemencében 160—170 db bugát melegítenekegyidőben.

Gázkimaradás esetén a kemence leáll, mivel olajpóttüzelés a kemencébe nincs beépítve. Jelentős meghibásodás 1 éves üzemidő alatt nem volt. A kitoló berendezés mechanikus részein a kezdeti időszakban mechanikai jellegű problémák merültek fel.

A kemence első nagyjavítására 1 éves üzemeltetés után került sor. Ez idő alatt a csúszó sinek nagymértékben elkoptak és cserére szorultak. A falazással nem volt probléma. A kemencét a bukaresti Hengerműi Tervező Intézet tervei alapján készítették.

A kemencéből a bugákat a kemence előtt elhelyezkedő kitoló berendezés tolja a dobváltóra. A kitolást 12 m hosszúságú, vízzel hűtött buga segítségével végzik.

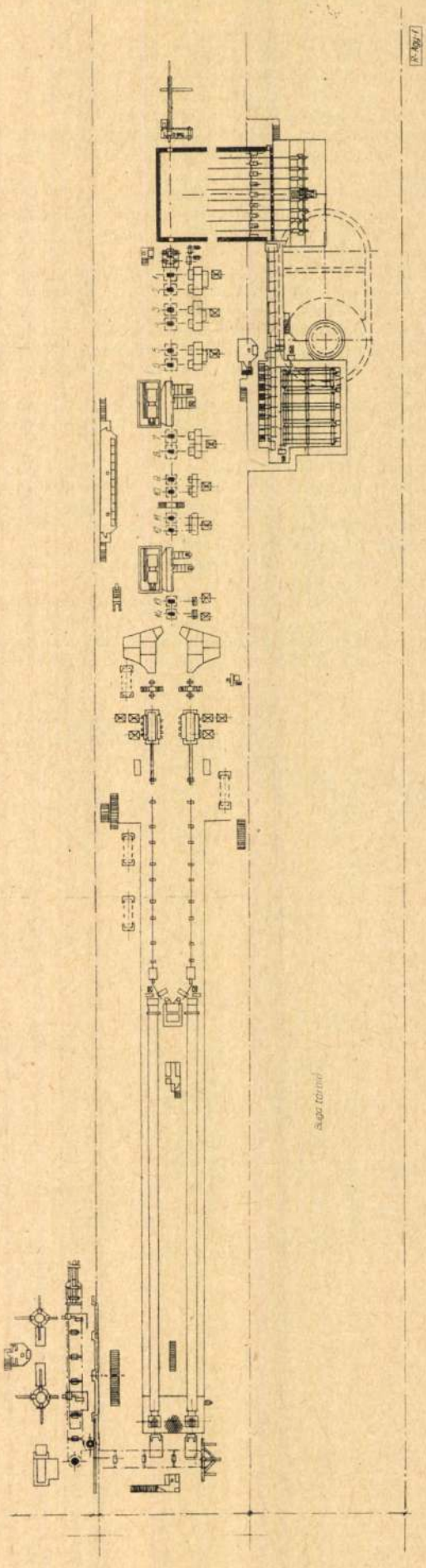
A kemencéből kilépő szálat élreállító berendezés (7) fogja meg és viszi az előnyújtósorra. Az előnyújtósor hengerátmérői: 450—420—4 × 380 mm.

Az előnyújtósor (1,2) után 4 db körforgó olló helyezkedik el a bugavégek levágására. A közbülső sor 2 db 380 mm és 6 db 320 mm hengerátmérőjű hengerállványból áll.

Az előnyújtó sor után elhelyezett 2 db átvezető előtt egy kivezető berendezés meghibásodás esetén a hulladék-tekercselőbe, ill. a hulladékdarabolóba vezeti a szálat. A drót-készsorozat 2 db 8 hengeres Schloemann blokkból áll (hengerátmérő 262/232 mm).

A készsorok (3) után a szálak 2 db menetfektetőbe jutnak. Ennek meghibásodása esetére a hűtőszakaszba 4 db kettős körolló, 2 db szecskázó olló és 2 db vonszoló van elhelyezve.

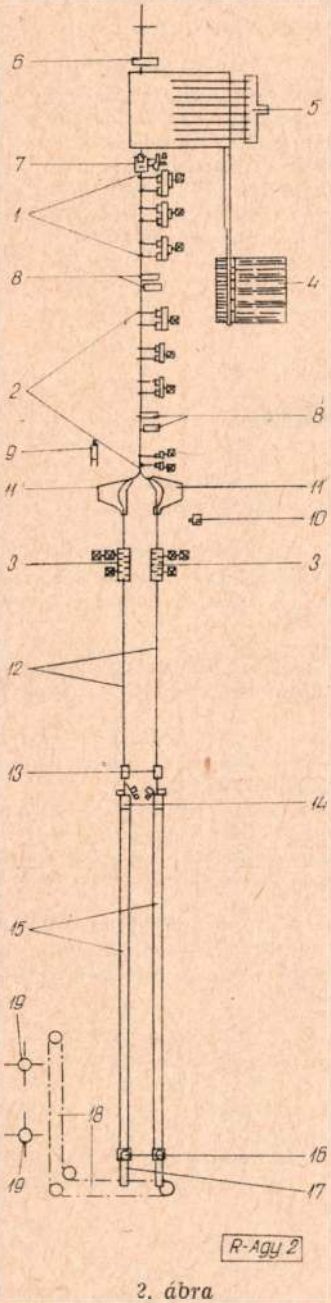
A menetfektető után 2 db lemeztagos szállítószalag (15) viszi a tekercseket a menetgyűjtőhöz. A lemeztagos szál-



1. ábra

lítószalag hossza 66 m. A szalagon a fektetett menetek természetes átszellőzéssel hűtik.

A menetgyűjtőkben a menetek szétválasztása kézi helyi és távvezérléssel történik. A menetek szétválasztására és rendezésének elősegítésére egy-egy ember áll állandóan rendelkezésre. A menetgyűjtő alatt helyezkedik el a 2 db tekercs-átadó berendezés, (15) amelyről a függőpályáskon vejorhorgaira kerülnek a rendezett tekercsek.



2. ábra

A csarnokon kívül elhelyezkedő 2—2 forgókereszt (19) végzi a tekercsek leszedését a horog-pályáról. A leszedő berendezésről az összepréselt tekercseket egy leszedő tüskével rendelkező Diesel-motoros targonca szállítja a szabadtéri rakodótérre.

Beruházással kapcsolatos tapasztalatok

A beruházás a román hosszúlejáratú távlati fejlesztési terv része. Engedélyezési tervét 1965-ben kezdték el készíteni. Közben tisztázták az NSZK-beli szállító céggel az összesproblémákat. Az engedélyezési terv jóváhagyásra történő felterjesztéséhez a tervező részvételével a külföldi szállítóval a szerződést megkötötték, sőt a külföldi szállító a szükséges adatszolgáltatásokat is a tervező rendelkezésére bocsátotta.

Az engedélyezés 1966-ban történt meg, 1967 elején elkezdték a terület-felszabadítást, ugyanis a gyár helyén oxigéngyár volt. Az előregyártott vasbeton pilléreken álló csarnokrész alapozása 1967-ben kezdődött meg.

A gépalapozás munkái 1967. november 15-én, a gépek és berendezések szerelése 1969. február 19-én kezdődtek meg. Novemberben megkezdődtek az első üzemi próbák az egyik soron.

A szerelést a technológiai folyamattal ellentétes irányban kezdték el.

A szerelést elősegítette, hogy a gépalapok kiemelten készültek és víztelenítési probléma nem volt. A szerelésen 7 mérnök és 20 fő lakatos, illetve művezető dolgozott a külső cég emberei mellé rendelve.

A kemence kivitelezése 1968 júliusában kezdődött. A szerelés 1969. máj. hóban készült el. A szárítás még 1969 júliusában megtörtént (speciális fenyőfa rönkökkel). A szárítás egy hétig tartott. A próbahengerlésre használt rövid bugák izzításához gazdaságos megoldást találtak. Ugyanis egy kisméretű kemencét építettek.

Így a próbázási anyag-veszteség lényegesen csökkenthető volt. (Próbázásra 4 m-es bugát használnak.) A második sort 1970 januárjában próbálták és indították. A teljes termelésre történő felfutást 2 évre tervezték.

Az átadás-átvétel feltételét úgy állapították meg, hogy normál üzemeltetés esetén betanult személyzettel, bármely műszakban, az előre meghatározott termékmennyiséget a soron le kell tudni gyártani.

Ezt kintlétünk idején a 8 mm-es drótnál már elérték, a 12 mm-esnél pedig megközelítették.

A 6 mm-es drótból növekszik a termelés, de a szállító cég még állandóan javít. A javításokat — miután a tervteljesítés kötelező a felfutás időszakában is — csak a közepes és kisjavítások időkiesése alatt lehet elvégezni. A berendezés a látogatás időpontjában még nem volt átvéve. A gépsor hidegjáratása (funkciópróbája) 2 órán keresztül tartott, szükség szerint megismételve.

A gépsor próbajáratása 1—2 műszakon keresztül ment, majd újra ellenőrzés után anyag nélkül 72 órás üresjáratás volt. Ezután a tényleges próbaüzem 1 hónapig tartott. A próbaüzemeltetést a legkisebb drótátmérővel kezdték.

A funkciópróbák előtt végezték el a motorok és hajtóművek próbajáratását, az olajfeltöltést és átmosást, miután a rendszerpróbán a nyomáspróbát elvégezték.

Próbaüzem után a sorokon 1—1 hónapig dolgoztak, 1 műszakban. Ez idő alatt a 16 órás gépállás módot nyújtott a hibák kiküszöbölésére. A második hónapban tértek át a 2 műszakos üzemeltetésre, majd a harmadik hónapban a 3. műszakot is bevezették.

Jóval a szerelés megkezdése előtt 1,5 hónap időtartamra 3 villamosmérnököt, 3 technológust és egy mechanikus mérnököt a Schloemann céghez küldtek kiképzésre. Ezek a tanfolyamról visszaérkezve mintegy 20 szakmunkást részesítettek speciális kiképzésben.

Ezekből tevődött ki a szerelésnél már említett ellenőrző csoport létszáma, és ők vették üzembe is a berendezéseket. Ma is ott dolgoznak előmunkásként. A teljes beruházás előkészítésére, tervezésére, megvalósítására és a próbaüzemeltetésére hálós ütemtervet készítettek.

Az ütemtervet havonta értékelték ki. Így mód volt a szükséges beavatkozások megtételére.

A villamos gépeket és berendezéseket a Brown—Boveri cég szállította. Bár a szerződést megelőzően 3 villamosmérnök előzetes kiképzésben részesült, a szerelés ideje alatt az ellenőrző-szerelő létszám kevésnek bizonyult.

A tapasztalatok szerint a villamos szereléshez legalább 5 kiképzett, önállóan dolgozni tudó villamos mérnökre lett volna szükség. Célszerű lett volna egy vezető-mérnök alkalmazása is, aki a teljes terület ismeretével rendelkezik.

A megvalósítás ideje alatt a Hengermű Tervező Intézet 4 tervezőt állandó helyi tartózkodásra rendelt ki. Ezen tervezők a tervező irodák terveit jogosultak voltak módosítani, illetve új megoldásokat kiadni. Ehhez 10—12 műszaki tervezőt adott a gyár saját állományából.

Az 1971. év első félévében az üzem a következő átlagteljesítményt érte el:

∅ 6 mm-es drótból	44 t/h
∅ 8 mm-es drótból	52,5 t/h
∅ 10 mm-es drótból	47,0 t/h
∅ 12 mm-es drótból	49,0 t/h

Az átlagos gépkihasználás az I. II. negyedévben 52%, a VII. hóban 57% volt. Anyagfelhasználás 1970-ben 1075, 1971. I. félévében 1060 kg/t.

Kieső idők 1971. I. félévében:

Technológiai meghibásodás	650 óra
Villamos meghibásodás	137 óra
Mechanikai hiba	73 óra
Egyéb	59 óra
Összes kieső idő	919 óra

Az előirányzat ugyanezen időszakra 300 óra volt.

A hengermű létszáma: 340 fő, az alábbi megoszlás szerint

Hengerész	156 fő
Lakatos	66 fő
Villanyszerelő	24 fő
Külső szerelő	31 fő
Kikészítő	30 fő
Összesen	307 fő

Üzemmérnök	9 fő
Művezető	16 fő
Technikus	5 fő
Adminisztrátor	3 fő
Összesen	33 fő

A termelő létszám kialakítását úgy oldották meg, hogy más üzemrészekből a fontosabb helyekre hengerlési ismeretel rendelkező munkásokat hoztak át. Ezeknek a termelés első időszakában éves átlagbérüket fizették. Ezen túlmenően a meghatározott termelési célok elérése esetén részükre egyéni és csoportpremizálás útján további jövedelmet biztosítottak.

Katus László
KGMTI

Beszámoló konferenciákról

IV. Országos Hengerész Konferencia

Az aggteleki Cseppkő Szálló bejárata fölött távolról hívogatott a *JÓ SZERENCSÉT!* üdvözlet, alatta felirat figyelmeztette a kívülállókat: „Zártkörű rendezvény! Az egység szeptember 29-én nyit a nagyközönség számára!"

Már sötétségbe burkolózott a szeptemberi nap, amikor 25-én 19 órakor a szálloda bejárata előtt megállt velünk az a külön buszjárat, amely a miskolci vasúti állomásról szállította a konferencia részvevőinek egyik népes csoportját az előadások színhelyére. A kinti sötét csendből a megvilágított szállóhall zsongása fogadott, mert a 191 résztvevőt a távoltartó figyelmeztetés nem érintette: hosszú előkészítő szervezés után a mi számunkra is megkezdődött a *IV. Hengerész Konferencia* Aggteleken, mégpedig nem bosszúságokkal, zökkenőkkel és kapkodással, hanem a jó előkészítés eredményeként gyors, simán olajozottan jól szervezetten.

Az elhelyezés, a szobakulcs kézhezvétele pillanatok alatt lezajlott, s máris ízletes vacsora várta az utazástól megéhezett vendégeket.

A konferencia hivatalos része szeptember 26-án, kedden reggel 9 órakor a szálloda földszinti éttermében kezdődött. *Komjáthy László* egyesületünk alelnöke nyitotta meg a konferenciát, majd *Csépányi Sándor*, az ÓKÜ vezérigazgatója tartotta meg megnyitó beszédét, amelyben az országos hengerész konferenciák történetéről nyújtott áttekintést.

Dr. Kiss Ervin tanszékvezető egyetemi tanár „A növelt sebességű hengerlés technológiájának elvi kérdései", *Alexander Lovay* okl. mérnök (VÖEST, Linz) „Egy 1700 mm-es félfolytatólagos szélesabroncssor korszerűsítése", *Réti Vilmos* okl. kohómérnök (Dunai Vasmű) pedig „A melegen hengerelt szélesabroncs gyártásának fejlesztése a Dunai Vasműben" címmel tartott előadást.

Szünet után *Horog Lajos* (Ózdi Kohászati Üzemek) „Az ózdi rúd-, dróthengermű technikai érdekességei" és *Hegedűs Lóránt* (Lenin Kohászati Művek) „Korszerű hengersorok építése az LKM-ben" című előadásai következtek.

Szeptember 27-én délelőtt a következő előadások hangzottak el:

Dr. Pálvölgyi Árpád (KGMTI, Budapest) Korszerű rúd-, dróthengerlő rendszerek racionalizálási lehetőségei

Dr. Gulyás József (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) Finom-, drótsorok korszerű üregezésének elméleti alapjai

Dr. Tóth Lajos (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) Folyamatosan öntött bugák finomsori alakíthatóságának kísérleti vizsgálata

Hernádi Rezső (Lenin Kohászati Művek, Diósgyőr) LKM új nemesacélhengermű féltermék-ellátása és annak előkészítése

U. Scharfenorth (Zentralinstitut der Metallurgie, Berlin) Szélesabroncsok fejlesztésének irányzata — a berendezések megválasztása — a műszaki lehetőségek és igények függvényében

Dr. Szeghegyi Árpád (Vasipari Kutató Intézet, Budapest) A technológiai és a kapacitás kihasználás optimalizálását célzó komplex vizsgálat a Dunai Vasmű szélesabroncssorán

Dr. Schummel Rezső (NME Főiskolai Kar, Dunaújváros) A DV meleghengermű előnyújtó hengersorának néhány technológiai kérdése

Dr. Voith Márton (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) Folytatólagos szélesabroncssori szúrástervek optimalizálásának elméleti és kísérleti vonatkozásai

A szeptember 28-án hallott előadások a következők voltak:

Cziribus Imre (Lenin Kohászati Művek, Diósgyőr) Hengerművek korszerű kikészítő berendezései és a kikészítéssel kapcsolatos követelmények az LKM új nemesacél hengerműveiben

Márkus Gyula (Ózdi Kohászati Üzemek, Ózd) A munka termelékenységének növelési lehetőségei az anyagfolyás átszervezésével és gépesítésével

Filep Gyuláné (Ózdi Kohászati Üzemek, Ózd) A rugóacélok hazai gyártásának fejlesztési lehetőségei

Osztatni Mihály (KGMTI, Budapest) Melegen hengerelt szélesszalag hengerlés utáni hűtésének és felcsévélésének hatása a melegen hengerelt szélesszalagra és annak továbbfeldolgozására

Komlósy Antal (Dunai Vasmű, Dunaújváros) A nagy folyáshatárú csőszalagok mechanikai tulajdonságai a hengerlési körülmények függvényében

Vida Zoltán (Vasipari Kutató Intézet, Budapest) Szerkezeti acélok mechanikai tulajdonságainak javítása alakítástechnológiai módszerekkel

Kőhalmi Kálmán (Dunai Vasmű, Dunaújváros) Hideghengerlésre szánt szélesabroncsok méretpontossága és alakhűsége

A konferencia 28-án déli 13 órakor *Szeless László* okl. kohómérnöknek, egyesületünk tiszteleti tagjának zárószavaival ért véget.

Társadalmi programok

1. Szeptember 26-án délután „kis túra" a nemzetközileg magasrangú természeti csodának számító cseppkőbarlang aggteleki szakaszában.

2. Szeptember 26-án esti 19 órakor az OKÜ meghívására fogadás, amelyben az üdvözlő beszédet *Pohl László*

okl. kohómérnök, a vállalat termelési főmérnöke tartotta.

3. Szeptember 27-én délután külföldi cégek szakmai filmbemutatója, amelyet élénk konzultáció követett.

*

A krónikás az országos hengerész konferenciákat e lap hasábjain harmadszor, az aggtelekit most másodszor értékeli. Fejlődést jelent a harmadik konferenciához képest a zártkörűség biztosítása és az, hogy minden résztvevőt — ha kissé túlzsúfoltan is — most sikerült egyetlen épületben elhelyezni. Új és dicséretes próbálkozásnak számít a rendezőség részéről az a megoldás, hogy az előadásokat témájuk szerint ugyan két csoportra (Finom- és drótáru hengerlés — Szélesabroncs hengerlés) bontotta, de a két szekció üléseit nem párhuzamosan, hanem folytatólagosan tartotta. Így egyetlen hallgató sem volt kizárva egyetlen előadás részvételi lehetőségéről sem.

191 résztvevő elhelyezése és zökkenőmentes kiszolgálása nem kis feladatot jelent: a rendezőség és a szálloda vezetősége sikeresen megoldotta ezt a feladatot is, dicséret és köszönet illeti ezért mindnyájukat ! *rj*

Korróziós Ankét

Salgótarjánban okt. 2—5 között a II. Nógrádi Műszaki Napok keretében „Kohászati termékek korrózióállósága" címmel ankétot rendezett a MTESZ Nógrád megyei szervezete, az OMBKE Vaskohászati Szakosztály helyi csoportja és a Borsodnádasdi Lemezgyár.

A Korróziós Ankét védnökségét az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság és a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés látta el.

Dr. Tóth István, a városi tanács elnöke üdvözlő szavaiban kiemelte, hogy a várossá nyilvánításának 50. évfordulóját ünneplő Salgótarján örömmel adott otthont és illesztette ünnepi rendezvénysorozatába a helybeli ipari üzemeket is nagyon érdeklő ankétot.

A nógrád megyei SZMT székházban megtartott előadássorozat előtt *Varga Béla* a MTESZ nógrádi szervezetének elnöke köszöntötte a második alkalommal megrendezett Nógrádi Műszaki Napok vendégeit és nyitotta meg az ankétot.

A megnyitó előadást *Temesszentandrási Guidó*, az OMFB főosztályvezetője tartotta.

Bevezetőjében hangsúlyozta, hogy a technikai haladás velejárója a korróziós veszély és a veszélyeztetett tárgyak, berendezések körének, értékének növekedése. Az OMFB felmérése szerint csupán az állóeszközök évi közvetlen korróziós kára meghaladja az 5 milliárd forintot. Az ankét jelentőségét támasztotta alá azzal, hogy az összes alkalmazott szerkezeti anyagok 45%-a acél, a fémes szerkezeti anyagok között pedig 90%-nál magasabb az acélok részaránya. Az OMFB az érdekelt szakemberek bevonásával a korrózióvédelem területén is felméri a szükségleteket, tanulmányozza a kielégítés lehetőségeit, javaslatot, koncepciót dolgoz ki a megoldás módozataira, majd segít annak tárgyi feltételeit biztosítani.

Ismertette az aktív — konstrukciós — védelem és a passzív, bevonatokkal történő védelem jelenlegi problémáit és az OMFB elképzeléseit a problémák megoldásának érdekében. Hangsúlyozta a gazdaságossági számítások jelentőségét, de hozzátette, hogy a gazdasági szabályozók nem minden esetben ösztönöznek a korszerű korrózióvédelmi módszerek bevezetésére.

Felhívta a figyelmet az átmeneti védelem fontosságára, mivel nagyságrenddel nagyobb megtakarítást eredményez, mint a szükséges ráfordítások összege.

A népgazdasági programok, így a könnyűszerkezetes program keretében is komoly gondot fordítanak a korrózióvédelem volumenének és módszereinek fejlesztésére. Az 1970-ben gyártott acélszerkezeteknek csak mintegy 9%-át védték korszerű módszerekkel. 1975-ben a több mint másfélszeres mennyiségű acélszerkezet 58%-át fogják védeni ily módon. A kézi-gépi munka 70:30%-os aránya is megfordul a tervek szerint.

Mándoki Andor, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés főosztályvezetője előadásában részletesen ismertette, hogy milyen korrózióvédelmet szolgáló technológiákat alkalmaznak jelenleg a kohászati üzemekben. Korrózió és saválló acélokat gyárt az LKM, ÓKÜ és a DV. Az ónozott és horganyzott lemezek, műanyagbevonatú lemezek, a horganyzott huzalok, csövek, a tűzi horganyzású acélszerkezetek azonban csak mintegy 100 etonnát tesznek ki a közel kétmillió tonnányi évi hengerelt félkész és készárú mennyiségéből. A vaskohászat ezért súlyponti fejezetként kezeli a korrózióvédelemmel kapcsolatos beruházásokat, és a lehetőségek szerint tervezi többek között szélesszalagbevonó sor építését, az alumíniumbevonat alkalmazását, elektrolitikus vékonylemez-ónozó üzem építését és a műanyagbevonatú lemezek gyártásának fokozását.

Az első nap további előadásai a kohászati termékek átmeneti korrózióvédelmével foglalkoztak:

Ürmössy László műszaki igazgatóhelyettes a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben alkalmazott átmeneti védelmi megoldásokat ismertette, kitérve a körülményekre és a védelemmel szemben támasztott igényekre. Diapozitív képeken bemutatta az elért eredményeket és azokat az eseteket is, ahol még nem találtak megfelelő megoldást. Véleménye szerint olyan egységes, sérülésmentes kezelést biztosító csomagolási technológia, módszer bevezetése volna szükséges, amely lehetővé tenné az új, jobb védőhatású anyagok alkalmazását és egyúttal a csomagolási technológia gépesítése is megoldható lenne.

Dr. Vámos Endre, a Nagynyomású Kísérleti Intézet tudományos főosztályvezetője előadásában érintette az átmeneti korrózióvédő zsírok és olajok hatásmechanizmusát, majd részletesen beszélt azok fejlesztéséről és alkalmazási lehetőségeiről.

Kiemelte, hogy az átmeneti védelem funkcióját nem általában a zsírok és olajok, hanem a kifejezetten korrózióvédő adalékokat tartalmazó, ilyen célra gyártott zsírok és olajok látják csak el.

Ismertette e termékek hazai választékát, azok jellemzőit. Felhívta a figyelmet arra, hogy a Nyirbogdányi Kőolajipari Vállalat berendezkedett az átmeneti védőolajok és zsírok gyártására és forgalombahozatalára, szaktanácsadással pedig a NAKI Korróziós Osztálya áll a felhasználók rendelkezésére.

Az ÁFOR szerepéről és feladatairól az átmeneti korrózióvédelemben *Balogh György* okl. mérnök számolt be. Rendelkezünk olyan védőanyagokkal, mondta, amelyekkel az átmeneti védelem valamennyi változata megvalósítható. Többek között megemlítette a gépjárművek átmeneti védelmének fontosságát, mint a biztonságos közlekedés egyik feltételét.

Továbbra is az ÁFOR legfontosabb feladatai közé sorolta, hogy minden felhasználó részére biztosítsa az igényeinek megfelelő átmeneti védőanyagokat — ha kell, importból is.

Az ankét következő napi előadásait Borsodnádasdon, üzemlátogatással egybekötve tartották meg.

Molnár László, a Borsodnádasdi Lemezgyár műszaki igazgatóhelyettese elmondta, hogy a gyár kereken 100 éve gyárt lemezeket. A lemezgyártási technológia azóta alig változott. A lemezek további feldolgozását a piaci igények szerint fejlesztették. Ezt a fejlesztést össze kellett kötni a korrózióvédelmi technológiák fejlesztésével, illetve bevezetésével.

Az ankét résztvevőinek módjukban állt működés közben megismerkedni az alkalmazott tűzi horganyzással, elektroforetikus festőberendezéssel és az elektrosztatikus porszórással. Részletes információt kaptak a technológiai paraméterekről és a bevonatok tulajdonságairól is.

Dianovszky Gyula, a „Lampart" ZIM salgótarjáni gyárának igazgatója Alacsony széntartalmú acéllemezek korrózióvédelme korszerű tűzzománcozási technológiával című előadásában beszámolt a „Flexosmalt"' zománcozási technológia bevezetése érdekében végzett széles körű vizsgálatsorozatról. Az új eljárás bevezetését a hazai lemezanyagok tulajdonságain kívül gazdaságossága sürgette. A „Flexosmalt" zománcozás jó eredményt ad 0,1% C-tartalmú lemezek esetében is. Az előkészítés során kialakított nikkelréteg pedig a lemez hátoldalán is biztosítja a korrózióvédelmet.

A Tiszai Vegyi Kombinát osztályvezetője, *Dárday Zoltán* ismertette, hogy a TVK termékeivel hogyan valósítható meg a kohászati termékek átmeneti és tartós védelme.

Dobó József, a Lenin Kohászati Művek gyáregységi főmérnöke előadásában felhívta a figyelmet a poliamid bevonatok alkalmazhatóságára. Ismertette a Rilsan porbevonási technológiát és az ezzel szerzett tapasztalatokat.

Az utolsó napi előadások az acélötvözetekkel, illetve azok vizsgálatával foglalkoztak:

A CrNiMoTi-ötvözésű saválló acélok szilárdsági tulajdonságainak és kristályközi korróziós hajlamának összefüggéséről beszélt *Zoltay Endre*, a Lenin Kohászati Művek osztályvezetője. Ismertette a végzett kísérleteket, melynek alapján megállapítható, hogy a korrózióállóság érdekében alkalmazott Ti ötvözés hatására megjelenő ferrit-szigetek és sávok a hengerelt acélok keresztirányú szilárdsági tulajdonságait lerontják.

*Schottner Lajos*nak, az Ózdi Kohászati Üzemek főtechnológusának előadásában az időjárásálló acélok alkalmazásáról és annak külföldi tapasztalatairól hallhattunk. Az ilyen típusú, KORELL-hez hasonló, gyengén ötvözött, nagyszilárdságú acélok korrózióállósága ipari légtérben 4—6-szor nagyobb, mint a hagyományos ötvözetlen acélé. Felületén az atmoszféra hatására összefüggő, sima, tömör és erősen tapadó réteg keletkezik, amely a további rozsdásodást meggátolja. Ezen acélfajták felhasználása külföldön igen széles körű. Használják járművek, szállítóeszközök, mezőgazdasági gépek, gáztartályok, folyami hajók gyártásához. Előnyösen alkalmazzák a magas- és a mélyépítésben is.

A savalló acélok kristályközi korrózióra való hajlamának elektrokémiai vizsgálati módszeréről tartott előadást *Dr. Hackl Lajos*, a József Attila Tudományegyetem adjunktusa. Az egyetem Fizikai-Kémiai Intézetében és Kiskunfélegyházi Gépgyárban végzett vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy potenciosztatikus mérésekkel a Strauss-próbánál lényegesen gyorsabban és külön próbatestek készítése nélkül megállapítható a kristályközi korrózióra való hajlam. Ilyen vizsgálattal meghatározható az a potenciál-tartomány, melynél a berendezés erősebb korrózió veszélye nélkül használható.

A viszonylag kevés, de koncentrált témájú előadások felkért hozzászólói a témát más szemszögből világították meg, vagy annak egyes részeit ismertették bővebben. A további hozzászólók saját tapasztalataik alapján támasztották alá az elhangzottakat, vagy ellenkező tapasztalataikra kértek magyarázatot.

Laczka János, az OMBKE salgótarjáni csoportjának elnöke foglalta össze az elhangzott előadásokat és hozzászólásokat. Kiemelte, hogy a szakmai ismeretek bővítésén túl az ankét résztvevői személyes kontaktusokat is kialakítottak, amelyek szintén további munkájuk eredményesebbé tételét szolgálják.

Kőszegi Jenő, a MTESZ Nógrád megyei szervezetének titkára zárszavában az ankétot sikeresnek nyilvánította, megköszönte a rendezők és a résztvevők közreműködését. Végül a téma fontosságára mégegyszer felhívta a figyelmet, eredményes munkát kívánva bocsátotta útra az ankét résztvevőit.

Körmöci Lajos

Üzemi hírek

Hírek a KGYV munkájáról

Kohászati Gyárépítő Vállalat május 23. és szeptember 8. között építette át a Lenin Kohászati Művek II. sz. nagyolvasztóját. Az átépítést hosszabb tanácskozások előzték meg, mivel az I. sz. nagyolvasztó ciklus-ideje is lejárt, és a II. sz. nagyolvasztó átépítése is esedékes volt.

LKM a KGYV által elvégzendő feladatokat eredetileg az alábbiakban jelölte meg:

— páncélzat cseréje a medence kivételével
— a nagyolvasztó teljes falazat cseréje
— acélszerkezetek kisebb javítása
— forrószélvezeték és falazatának részleges cseréje
— léghevítők kisebb javítása
— mérlegkocsipálya csere

A teljes gépészeti, elektromos és egyéb energiarendszer javítását LKM végezte.

A nagyolvasztó leállása előtt — alaposabb megfontolás alapján — szükségesnek látszott a hordkoszorú cseréje és a felvonóhíd acélszerkezetének nagyobb mértékű javítása is. LKM gyártás vonalán erre fel is készült.

Az átépítés a szokott formában kezdődött, de a későbbi vizsgálatok mind a felvonónál, mind a léghevítőknél további feladatokat jelentettek, amik nagymértékben hozzájárultak — kivitelezési kapacitás gondok mellett — az átépítés idejének ilyen mértékű meghosszabbodásához.

A felvonóhíd állapota a vártnál lényegesen rosszabb volt, s ezt csak szerelés közben lehetett észlelni. Ezeket a javításokat pedig csak folyamatosan, egy-egy rész feltárása után végezhették, ami igen hosszadalmassá tette a munkát.

Ugyancsak rosszabb állapotban találták a léghevítők rácsozatát is, és a tervezettnél nagyobb javítás vált szükségessé, ami jelentős időt igényelt. Különösen a rácssípok tisztítása volt hosszadalmas. Egy léghevítő javítása még így is a kohó indulása után történt meg.

Mindezek a problémák magyarázzák az átépítési időnek a szokástól való eltérését. De tanulságul is szolgának az 1973-ban soronkövetkező I. sz. nagyolvasztó átépítésére.

Mácsay József

*

A Kohászati Gyárépítő Vállalat 1963—67 között összesen 12 db ívkemencét szállított különböző indiai öntödék és kohászati vállalatok részére. A leszállított kemencék teljesítményével a felhasználók elégedettek voltak és 1969 után, amikor az indiai acéliparban nagy fellendülés kezdődött több újabb érdeklődés futott be a vállalathoz.

Az indiai kormány importkorlátozó politikája miatt azonban rendkívül nehézségekbe ütközött a komplett ívkemencék bevitele. A Kohászati Gyárépítő Vállalat értékelve a lehetőségeket és a nehézségeket együttműködési szerződést kötött a Bombey-i Steel Plant céggel az ívkemencék helyi gyártására.

E szerződés keretein belül az ívkemencék mechanikus részeit az említett kemencegyár készíti a KGYV tervei alapján, a nagyfeszültségű részeket más, neves indiai vállalatok szállítják, míg az elektronikus szabályozó berendezést az összes ily módon létesített ívkemencéhez a Kohászati Gyárépítő Vállalat szállítja.

Előreláthatólag ily módon az elkövetkezendő években 15—20 db. ívkemence berendezés üzembeállítása várható. A Steel Plant cég jelenleg már több szerződés birtokában van és az első kooperációban gyártott 3 tonnás ívkemence üzembeállítására 1973 első felében számíthatunk.

*

A Kohászati Gyárépítő Vállalat és az angol MORGANITE Thermal Designs Limited cég 1972. május 10.-én gyártási és licenc megállapodást kötött. Ennek eredményeként a KGYV különböző olaj- és földgáztüzelésű tégelyes és egyéb típusú kemencék terveinek birtokába kerül a hazai költséges fejlesztési munka nélkül.

A hazai igények kielégítésén kívül a MORGANITE márka felhasználásával kedvezőbbé tehetjük export lehetőségeinket mind baráti, mind tőkés relációban.

*

A perui Oktatásügyi Minisztériumnak 13 millió dollár értékben szállítandó tanműhelyi és oktatási felszerelések közül (összesen 15 középiskolai és 10 főiskolai tanműhelyi felszerelés készül) az öntödei és kovácsüzemi berendezéseket 1 millió dollár értékben a Kohászati Gyár-

építő Vállalat szállítja. A Kohászati Gyárépítő Vállalat a Metrimpex Vállalattal közösen a perui egyetemek felszerelésére is tett ajánlatot.

Tölgyesi Zoltán

A Ferroglobus 50 éves jubileuma

Szeptember 22-én a Vasas Szakszervezet Koltói utcai székházának dísztermében tartotta meg a Ferroglobus a vállalat alapításának 50 éves jubileumi ünnepségét. Az ünnepségen a KGM részéről *Kis Ernő* miniszterhelyettes vett részt és szinte kivétel nélkül képviseltették magukat a Ferroglobussal évtizedek óta együttműködő kohászati vállalatok. Megjelent az ünnepségen *Sebestyén Aladár* is, aki 1922-től kezdve 26 éven át volt a vállalat igazgatója és néhány éven át az államosítás után is vezette a vállalatot.

Vándor Tibor vezérigazgató ünnepi beszédében részletesen ismertette a vállalat történetét, kiemelve, hogy a kezdetben a csepeli vasműhöz tartozó vasnagykereskedelmi vállalat a felszabadulás után, 1948-tól indult jelentős fejlődésnek és sorra magába olvasztotta az összes hazai vasnagykereskedelmi telepeket. Jelenleg a Ferroglobus 15 budapesti, illetve vidéki telephellyel rendelkezik és a hazai vastermékigény 25%-át bonyolítja le. 6000 vevőt szolgál ki évente. A négy fedett csarnokkal és nagy szabadtéri tárolóval rendelkező — Honfoglalás téri — 1952-től fokozatosan kiépített raktár — jelenleg Közép-Európa legnagyobb és legkorszerűbb vastermékraktára. Ma már a raktározási feladatokon kívül a Ferroglobus rúd-, idom- és lemezacélok darabolására, betonacél egyengetésére és abroncsacélok hasítására is berendezkedett. A vállalat teljes adminisztrációját korszerűsítette, legújabban elektronikus számológépre állította át.

Kis Ernő miniszterhelyettes a KGM nevében köszöntötte a vállalatot és elismerését fejezte ki a több évtizedes eredményes munkájáért, a hazai acélfelhasználók zavartalan, gyors ellátásáért és a raktárak korszerűsítésének érdekében kifejtett tevékenységéért. Elismerésül *Vándor Tibor* vezérigazgatónak átadta a Munkaérdemrend arany fokozatát. Rajta kívül még öten kaptak kormánykitüntetést, tizenöten részesültek a KGM Gépipar Kiváló Dolgozója kitüntetésben és hatan miniszteri-, tízen pedig a SZOT elismerő oklevelet kaptak.

Ezt követően a kohászati üzemek és a gépgyárak egy-egy képviselője köszöntötte a jubiláló vállalatot. Végül a 20 éves szolgálati idővel rendelkező törzsgárdatagoknak emlékül aranygyűrűt nyújtott át a vállalat vezérigazgatója. *(OA)*

Dr. BOGNÁR JÁNOS

1916—1972

Az egyetemi tanévkezdés időszakában mélyen megrendítette munkatársait és ismerőseit, hogy alkotóereje teljében, tragikus váratlansággal ragadta el körükből a halál *dr. Bognár János*, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanárát. Hivatástudattól és szakmaszeretettől áthatott szíve 1972. szeptember 2-án megszűnt szolgálni a tudományt és a hallgatóifjúságot.

Dr. Bognár János 1916. december 14-én született Sátoraljaújhelyen. Egyetemi tanulmányait a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen fejezte be 1939-ben és ugyanitt a Szervetlen és Analitikai Kémiai Intézetben kezdte meg oktatói és tudományos munkásságát is.

1950 szeptemberében nevezték ki az akkor újonnan létesült miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem II. sz. Kémiai Tanszékének vezetőjévé. A Tanszék szervezésével járó kezdeti nehézségeket legyőzve, fáradhatatlan lelkesedéssel szervezte meg az elméleti és a gyakorlati oktatást, számtalan jegyzetet írt és megindította az intenzív tudományos kutatómunkát. Tevékenysége elismeréséül 1954-ben a „Felsőoktatás Kiváló Dolgozója" kitüntetést kapta. 1959-ben nyerte el a „kémiai tudományok kandidátusa" címet. 1960-ban egyetemi tanárrá nevezték ki.

Oktatói munkájának fő törekvése volt a hallgatóság korszerű kémiai kiképzése. Nevelői tevékenységét a hallgatók iránti nagy szeretet, megértés, kitűnő pedagógiai érzék jellemezte. A hallgatókkal kialakított jó kapcsolatának elismeréseképpen az 1971/72. évben végző kohómérnök évfolyam Kohász Diplomagyűrűvel ajándékozta meg. A vezetése alatt álló Tanszék az üzemekben dolgozó kohó-, ill. vegyészmérnök hallgatók számára több ízben tartott mérnöktovábbképző tanfolyamot, a modern műszeres analízis tárgyköréből.

Az analitikai kémiai kutatások terén elért kimagasló eredményeit mintegy 200 tudományos dolgozata jelzi. A fémanalitika területén intenzív és eredményes kutató munkát végzett. Nevéhez fűződik a kémiai elemzés új, gyakorlati szempontból is igen jelentős ágának — a fémnyomok katalitikus effektus alapján való meghatározásának — kifejlesztése és egy szabadalmaztatott új analitikai eljárás a „szimultán komparációs módszer" kidolgozása. Több új reakciót vezetett be többek között a kobalt, réz, vas, alumínium, molibdén, vanadium, tellur, szelén, germánium mikroanalitikai kimutatására és meghatározására. Számos előadást tartott külföldön is; így meghívott vendégprofesszorként adta elő a magdeburgi Otto von Guericke Műszaki Főiskolán a „Modern műszeres analízis" című féléves tárgyat. Vezetése alatt a Tanszék állandó kapcsolatot tartott fenn az ipari üzemekkel. Sok kutató jellegű döntő vizsgálat elvégzésére kötött szerződéssel segítette többek között az Ózdi Kohászati Üzemek, a Borsodi Szénbányák Igazgatósága, a Hajdúsági Iparművek, a Vízkutató és Fúróvállalat munkáját, a Lenin Kohászati Művek részére kéregöntvények 0,001% nagyságrendű tellurtartalmának meghatározására alkalmas eljárást dolgozott ki, s. i. t. 1966-ban munkássága elismeréséül az Elnöki Tanács a „Munka Érdemrend" ezüst fokozatával tüntette ki. Váratlan halála sajnos, ugyanakkor sok megkezdett munkáját is félbeszakította, többek között már nem tette lehetővé, hogy a katalitikus reakciók az analitikai kémiában c. témával foglalkozó — külföldi felkérésre megkezdett — könyvét, és készülő tankönyveit befejezze.

Bognár professzor tevékeny részt vállalt a társadalmi munkában is. Hosszú éveken át dolgozott a Hazafias

Népfront Miskolc Városi Bizottságában. Alapító és elnökségi tagja volt a Magyar Kémikusok Egyesülete Borsodi Szervezetének.

Sokoldalúságára, széleskörű nyelvismeretén kívül az is jellemző, hogy aktív művelője volt a képzőművészetnek, kiváló festő volt; az egyetemi életre jellemző, kitűnő karikatúráit megismerhették a „Húzótüske" című egyetemi kiadvány olvasói.

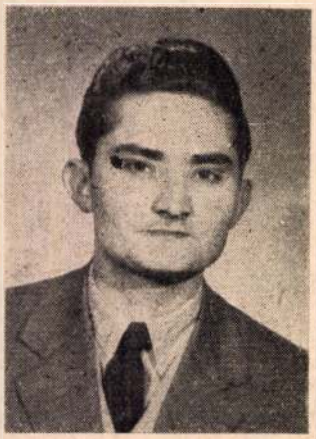
Megértő, közvetlen, segítőkész vezető és munkatárs volt. Lángoló szakmaszeretetére, a munka, a hivatás iránti odaadására meghatott tisztelettel emlékeznek munkatársai és tanítványai.

1972. szeptember 7-én a miskolci Deszka temetőben az egyetem saját halottjaként helyezték örök nyugalomra. Ravatalánál a Kohómérnöki Kar dékánja, a Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék és a hallgatóifjúság képviselői, valamint a Magyar Kémikusok Egyesülete Borsodi Szervezetének elnöke mondtak végső búcsút.

Utolsó jó szerencsét!
A Szervetlen és
Elemző Kémiai Tanszék

OLÁH SÁNDOR

1930—1972



Az alkotó férfikor közepén, szakismereteinek teljében tragikus betegsége miatt távozott közülünk *Oláh Sándor* okl. gépészmérnök kollegánk.

1930. szeptember 5-én született Kömlön. Falusi iskola után Egerben érettségizett és 1953-ban a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett gépészmérnöki oklevelet.

Fiatal mérnökként jött a Csepel Vas- és Fémművekbe és kötött élete végéig tartó kapcsolatot a csepeli kohászattal.

Fiatal üzemmérnökként megismeri a csőgyári berendezéseket, azok karbantartási és üzem problémáit, megismerkedik a kohászat nehéz és teljes embert kívánó munkakörülményeivel, a kohász hagyományokkal, melyek jó útravalóul szolgáltak rövid, de eredményes életéhez.

Egy éves üzemmérnöki gyakorlat után a csőgyári TMK szerkesztés önálló tervezője, majd 1964-től a szerkesztési és kisgépesítési összevont csoportnak a vezetője. Munkájának eredményeként 11 hidegvonópad gépesítése és szépszámú leszúrógép kiszolgáló berendezése könnyítette meg a csőgyári dolgozók nehéz munkáját.

1967 januárjától az Acélmű Fejlesztési Tervező Csoport önálló tervezője. Megismeri a Martin- és elektrokemencék műszaki problémáit és e terület speciális, főleg anyagmozgatással kapcsolatos részének szakértőjévé válik. Ezen munkásságát is eredményesség jellemzi, amely megnyilvánul az automatikus acéltuskó lehúzó fogó tervezésében és kivitelezésében, a kocsizó öntéssel kapcsolatos tervtanulmány elkészítésében, az öntőpor keverő gépesítésének megtervezésében.

Munkásságát végig kíséri a szakirodalom tanulmányozása, és a megismert megoldások felhasználása, átültetése a csepeli adottságoknak megfelelően. Szakmai ismereteinek hasznosítása mellett nagy erénye az emberek szeretete és munkájuk megkönnyítésére való állandó törekvés.

Fiatalon számos pályamunkával vett részt a vállalat problémáinak megoldásában. Mérnöki pályafutása alatt szüntelenül dolgozott új megoldások kivitelezéséért, a kohászok nehéz munkájának könnyítéséért és ezért sok maradandót alkotott.

Életmódja példamutató volt, szakmai tevékenysége és családi élete egységes egészet alkotott. Szenvedélyektől mentes, családjának, munkatársainak és szakmájának odaadó élete követendő példaként marad előttünk.

1972. július 25-én családja és számos kollegája kísérte el utolsó útjára a Rákoskeresztúri-köztemetőbe és búcsúzott el tőle örökre.

Molnár János

Műszaki és gazdasági hírek

A kisebb és közepes teljesítményű elektrokemencék építésének fokozódása Japánban

Az utóbbi években egyre növekvő érdeklődéssel fordulnak Japánban a kisebb teljesítményű elektrokemencék építése felé, nemcsak nemesacélok, hanem tömegacélok gyártása esetén is. Tendencia mutatkozik hazai hulladékbázison alapuló, kisebb elektrokemencékkel ellátott acélművek építésére a sűrűnlakott és feldolgozóiparral rendelkező területeken.

1971-ben például az üzembe helyezett 26 db elektrokemence közül mindössze 3 db volt 60 t-nál nagyobb kapacitású (70, 100, 120 t), míg a többi 15—60 t közötti közülük 8 db csak 30 t-ás volt.

A japán szakemberek szerint a minőségi acélok LD-konverterekben való gyártása során szerzett tapasztalatok gazdaságosan átvihetők az elektrokemencékre is. Kétséges ugyanis, hogy a jövőben a nagyolvasztó-konverter kombináció a kokszellátás nehézségei miatt tovább nyomulhat-e előre. Feltételezik, hogy a direkt redukciós eljárás és az elektrokemence (az utána kapcsolt üstmetallurgiai résszel, pl vákuum-, AOD-eljárással) kombinációja jelentős fellendülést hoz a kohászatban. (P).

Stahl und Eisen, 1972. ápr.

Az első AOD-berendezés üzembehelyezése Angliában

1972 márciusában helyezték üzembe a British Steel pantegi speciális acélokat gyártó acélművében az első argon-oxigénes dekarbonizáló berendezést. (A=argon, O=oxigén, D=decarburising) A Joslyu-eljárás néven ismert eljárást az Union Carbide és a Joslyin Stainless Steel cégek közösen fejlesztették ki magas krómtartalmú, rozsdamentes és saválló acélok gyártására. Az eljárás lényege: a konverterben levő magas krómtartalmú

olvadékot argon-oxigén gázkeverék befúvásával frissítik, miközben a keletkező szénmonoxid parciális nyomásának csökkentésével lehetővé válik a dekarbonizáció. A krómkihozatal 96—100% körül mozog. Angliában eddig öt ilyen berendezés építését kezdték meg. (P)

Stahl und Eisen, 1972. ápr.

Új OLP-konvertüzem Franciaországban

A francia Saciler cég (a Wendel-Sidelor leányvállalata) üzembe helyezte második olvasztó üzemét Grandrangeban. A két OLP-konverterből álló, 2,3 millió t/év kapacitású üzemet 1969-ben kezdték építeni. Ugyancsak 1969-ben kezdődött meg két 1,7 millió t/év kapacitású Kaldv-kemence építése is, melyek már korábban elkészültek. Így az acélmű teljes nyersacél kapacitása most 4 millió t/év körül van. (P)

Metal Bulletin, No. 5665

Az US Steel átalakítja az LD üzemét Q-BOP-ra

Az US Steel átalakítja a jelenleg szerelés alatt álló három LD-konverterét a Q-BOP fenékfúvatásos eljárásra. A Garyban (Indiana) telepített 200 t-ás konverterek egyikét még ez évben üzembehelyezik. Ez lesz valószínűleg egyébként az első céltelepítésű termelőegység az eljárás hasznosítására. Az US Steel Fairfieldben is Q-BOP-konverterek üzembehelyezését tervezi 1973-ban. (P)

Metal — Bulletin, No. 5686

*

600 t-ás „torpedóüstök"

A Nippon Steel Engineering elkészítette az első 13 db 600 t-ás torpedóüstöt, amelyekben a nyersvasszállítás történik a cég oitai üzemében. A 24 tengelyű „jármű" súlya a nyersvassal telt üsttel együtt 1200 t, hossza 33,2 m, szélessége 4,8 m, magassága 6,2 m. Nipponék ezeken kívül 21 db 350 t-ás torpedóüstöt szállítanak a Kobe Steel-nek, ill. 11 db. 250 t-ás üstöt a délafrikai ISCOR-nak. (P)

Stahl und Eisen, 1972. márc.

*

Vörösiszap — fluorit helyett

A Nikkei Sangyo a Nippon Leight Metal leányvállalata kifejlesztett egy technológiát a timföldgyártás melléktermékeként jelentkező vörösiszapnak, mint adalékanyagnak az acélgyártásban való felhasználására. Az adalékanyagot „Alblack"-nak hívják, s az acélgyártásnál fluorit helyett használják fel a konverterben. Ára sokkal alacsonyabb, mint az azonos mennyiségű fluorité, mivel ez utóbbi gondos kezelést, szállítást, törést és válogatást kíván meg. Az „Alblack" összetételes; 40—45% timföld, 20—25% vasoxid, 8—10 % szilíciumdioxid és 10—15% izzítási veszteség. A Nikkel Sangyo szeptemberben hozza forgalomba a terméket, amelynek eladási ára a jelenleg használt 12 000 yen/t-ás fluoritnál 10%-kal olcsóbb. Japán ez évi igényét 300 t-ra becsülik, s szeretnének exportálni a termékből az NSZK-ba és Ausztráliába is. (P)

Japán Metal Bulletin, No. 2843

*

Kohókoksz — új eljárással

A Japán Sumitomo és Kogyo cégek új eljárást fejlesztettek ki közösen a kohókoksz előállítására. A kb. 20% kokszolható szénből és 80% egyéb kőszénféleségekből álló kiinduló anyagot kátrányalapú kötőanyaggal összekeverik, megőrlik, brikettálják és végül kokszolókemencében kokszolják. Az ily módon nyert koksz dobszilárdsága 94—96 között van. (P)

Stahl und Eisen, 1972. ápr.

*

A Krupp-művek új folyamatos öntőműve

1971 júliusában, 18 havi építés után üzembe helyezték a Krupp-művek rheinhauseni üzemében az új folyamatos lemezbuga öntőművet. A Mannesmann és DEMAG által épített két szálas, ívelt elrendezésű (10,5 m öntési sugarú) öntőmű 900—1650 mm széles, 220—300 mm vastag lemezbugákat önt max. 9,5 m hosszban és 25 t súlyban. Az öntőmű kapacitása a kiépítés első lépcsőjében 80 000 t/hó, de a tervezett 300 t-ás oxigénkonverteres acélmű belépésével eléri a 120 000 t/hó teljesítményt. Ezt a 300 t-ás konvertert — a konverter és az öntőmű összehangolása céljából — már a tervezésnél figyelembe vették.

Az öntési sebesség 1,6 m/perc, ami az egyes szálaknál 3,5 t/perc teljesítménynek felel meg. A kokillákkal, hűtőlapokkal és görgőkkel ellátott ún. „metallurgiai hossz" 24,8 m. Az öntőmű acélellátását a meglevő LD-acélműből 115 t-ás üstökkel biztosítják, de jelenleg — az új LD-üzem belépéséig — csak az egyik szál üzemel. Az üstöket daru emeli fel az öntőpódiumon elhelyezkedő 15 m magas, egyidejűleg két üst megfogására alkalmas ún. „forgó öntőtoronyba". Az öntőmű három különálló — primer, szekunder és a gépek hűtésére szolgáló — vízhűtési rendszerrel rendelkezik. A még meleg szálat egy oxigén-földgáz égőfej darabolja fel, s a lemezbugák ezután a hűtőrácson hűlnek ki. (P)

Stahl und Eisen, 1972. febr.

*

Beindult az algériai El-Hadjar LD-acélműve

Az algiri El-Hadjarban megkezdte a termelést a szovjet tervek alapján épült új LD-acélmű. A két névlegesen 50 t-ás, de várhatóan 70 t üzemi kapacitású LD-konverter évi 400 000 t- nyersacélt állít elő. A kiépítés második lépcsőjében az acélmű kapacitását 1,8—2 millió t év-re fogják növelni. (P)

Metal Bulletin, No. 5686

A Paton Intézet nemzetközi rendezvénye

Kijevben a közelmultban zajlott le a Nemzetközi Kohászati Szimpózium, amelyen a szocialista országok tudósai, valamint a legnagyobb amerikai, japán, svéd, olasz és más országokbeli acélművek szakemberei vettek részt.

Nem véletlenül választották Ukrajna fővárosát a tudományos tanácskozás színhelyéül. A Jevgenyij Paton Villamos Hegesztő Intézetben dolgozták ki azokat a fémötvözési technológiákat, amelyekkel a legmagasabb és legalacsonyabb hőmérsékleten folyó munkák során munka, esetén támadó és rádioaktív közegben is nagyszilárdságú fémötvözeteket lehet előállítani. Kijevi tudósok dolgozták ki a speciális fémkohászat alapjait és elvileg a különösen tiszta fémek és az előre meghatározott tulajdonságokkal készítendő ötvözetek új gyártási módjait. Az intézet falai között kísérletezték ki a világon immár mindenütt elfogadott villamos pakk és plazmaívhegesztő olvasztási eljárásokat. Jelenleg a fémelőállítás elektronsugár-módszerén dolgoznak. (APN)

Éredúsító kombinát épül Mongóliában

A Szovjetunió segítséget nyújt Mongóliának egy hatalmas éredúsító kombinát építkezésében. Felépítése 1975 végére van előirányozva. (APN)

Új ukrán ipari épületek

A most folyó ötéves terv végéig (1975) 30 hatalmas vaskohászati objektumot, többek között nagy teljesítményű áramátalakítókat és hengerműveket létesítenek Ukrajnában. Felépül a Szovjetunió eddigi legnagyobb kohója, melynek évi termelése 5 millió tonna nyersvas lesz. A jelenlegi vállalatokat is átszervezik. Ennek eredményéül például az ukrán acéltermelés eléri az évi 55,6 millió tonnát. A növekvő nyersanyag igényt a gépgyártás, fémfeldolgozás, a kőolaj és gázvezeték építés gyors fejlődése váltotta ki. Az autó és a mezőgazdasági gépgyártás 1975 végéig több mint kétszeresére nő. (APN)

Nemesacélgyártás új eljárásokkal

A nemesacélgyártás területén nagyarányú fejlődés figyelhető meg. A 400—600 KVA/t teljesítményű transzformátorok alkalmazása az elektrokemencékhez, vagy a 600—800 000 kcal/m² óra optimális hőátadású SM-kemencék építése a gazdaságosság szempontjából ma már csak akkor indokolt, ha magukat a kemencéket kizárólag szilárd betét olvasztására használják, az

acélgyártási folyamat többi fázisát (frissítés, redukálás, finomítás, ötvözés) pedig más berendezésekben, pl. vákuum-kemencében vagy konverterben hajtják végre, amelyek jobb előfeltételeket biztosítanak ezen metalurgiai folyamatokhoz. A vákuumos frissítő eljárás, az AOD-eljárás és az ASEA—SKF-eljárás — elektrokemencével összekapcsolva — új, kombinált gyártási lehetőségeket teremtett az igen kis karbon- és kéntartalmú nemesacélok gyártására.

Vákuumos frissítő eljárás

A nagy krómtartalmú hulladékból és ferrokrómból gyártott rozsdamentes acélok karbontartalmának frissítéssel történő redukálása attól függ, hogy mennyiben sikerül a króm elsalakolását megakadályozni. A hagyományos eljárásnál viszonylag nagy króm elsalakolás lép fel. A vákuumos frissítő eljárás azon a felismerésen alapul, hogy oxigén bevitelével a karbon — alacsony oxigéntartalmú olvadék és lecsökkentett CO-nyomás mellett — vákuumban CO-vá oxidálható, ugyanakkor a króm oxidációja elkerülhető.

Az acélgyártási folyamat egy részének vákuum alatt álló külön üstben való végrehajtásával a csapolási időközök 20—35%-kal rövidülnek, csökken az elektromos energia fogyasztása, az olvasztó kemence tűzálló falazata kevésbé van igénybe véve, kevesebb az 1 t acélra eső oxigénfogyasztás. A vákuumos kezelés — üstelőkészítést is figyelembe véve — üstmérettől függően 100—170 percet vesz igénybe.

AOD (Argon-Oxigén-Decarburisation) — eljárás

Szintén kombinált eljárás, melynél a szilárd krómtartalmú betétet elektrokemencében megolvasztják, majd konverterben frissítik. A frissítési folyamat alapelvei ugyanazok, mint a vákuumos kezeléskor. Azonban, amíg a vákuumos frissítéskor a CO parciális nyomását vákuumszivattyúkkal szabályozzák, addig az AOD-eljárásnál a frissítésre bevitt, argonnal dúsított oxigén keverési arányával.

A frissítés első szakaszában 0,25% C-ig tiszta oxigénnel frissítenek, majd a gázkeverék arányának megváltoztatásával — 30—40% oxigén, 60—70% argon — a elér második szakaszban a 0,02%-os C-tartalmat. A frissítés harmadik szakaszában tiszta argont visznek be, miáltal a fürdő élénk mozgásba jön, és a redukáló salak lehúzása után mészkő, CaSi és folypát feladásával gyors kéntelenítést (0,05%-ról 0,004—0,006%-ra) hajtanak végre. A konverter metallurgiai folyamatai 75 percet igényelnek. Még nagyobb termelékenység érhető el, ha két konvertert kapcsolnak rá egy elektrokemencére.

ASEA—SKF-eljárás

Ennél az eljárásnál csak a finomítást és a kéntelenítést végzik különálló üstben. Mégpedig az elektrokemencéből átcsapolt, olvadékkal teli üstöt először indukciós tekercsek közé helyezik, majd egy 3 elektródával ellátott fedőt helyeznek rá. Az indukciós és az elektródák általi hevítés hatására bekövetkező fürdőmozgás már 30—40%-os kéntelenítést eredményez. Ezután következik a vákuum-kezelés, amelynek során az acél gáztartalma (hidrogén, oxigén) minimálisra csökken. A gáztalanítást követi — szintén vákuum alatt — az alumíniummal való dezoxidálás. Végül a 0,001—0,003 %-ra történő kéntelenítést Cerium-mischmetallal végzik. Az igen alacsony kéntartalom — párosulva a szintén alacsony oxigén- és hidrogéntartalommal — mindenekelőtt az acél keresztirányú ütőmunkáját csökkenti minimális értékre. (P)

Stahl und Eisen, 1972. aug.

Keskenyszalag- és drótthengermű Görögországban

A Steel Works of Northern Greece SA szaloniki üzemében megkezdte a termelést egy kombinált keskenyszalag- és drótsor, melyet Schloemannék építettek. A folytatólagos keskenyszalagsor 60—180 mm széles, 1,25—2,6 mm vastag szalagokat gyártanak. Ehhez csatlakozik egy kéteres, folytatólagos drótsor, amelynek 6—12,5 mm átmérőjű huzalt hengerelnek. (P)

Stahl und Eisen, 1972. jún.

Angol acélszalag bevonósor a Szovjetuniónak

Három angol vállalat, a Redman Heemann Process Eng., a H. H. Robertson és a Simon Carves 6 millió. fontsterling összegben acélszalag bevonósort szállít a Szovjetuniónak. A 10 t-ás kiinduló tekercsel dolgozó sor többrétegű felületet hoz létre, a külső réteg színesen pigmentált poliésztergyanta. A bevont szalagokat egy 30 állványos profilsorra viszik. A 75 000 t/év kapacitású bevonósort Cseljabinszkba telepítik, s az üzembehelyezést 1974-re irányozták elő. (P)

Metal Bulletin, No. 5719.

A világ első mangán pelletüzeme

A brazil Industria e Commercio de Minerios cég megépíti a világ első mangán pelletező üzemét. A 212 000 t/év kapacitású üzem beruházási költsége 15 millió $. A fontosabb berendezések importjára az Eximbank és a Manhattan Chase Bank adott hitelt. (P)

Metal Bulletin, No. 5719.

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács-Szakcsoportja október 3-án klubnapot tartott. *Buczkó János* titkár tagtársunk ismertette a tagokkal a vezetőség javaslatát, mely szerint évenként egyszer mindig más vidéki vagy helybeli vállalatnál — mely kovácsműhellyel rendelkezik — egynapos kovácsankétot tervezünk. Az ankéton a vendéglátó vállalat kovácsüzemének problémái kerülnének részletes megvitatására, az elhangzó előadások pedig közérdekű szakmai témákkal foglalkoznának. *Vollák Andor* titkár tagtársunk a munkabizottságok megalakulásával kapcsolatos vezetőségi határozatot ismertette.

Ezután *Latinák István* tagtársunk adott tájékoztatót a MEZŐGÉPTRÖSZT által kezdeményezett és az Érdi Mezőgazdasági Gépjavító Vállalat telephelyén épülő süllyesztékes kovácsüzemről. Ezt követően *Szabó Antal* tagtárs tájékoztatta a hallgatóságot az őszi brünni Ipari Vásáron látottakról.

Az előadások után több hozzászólás történt.

Latinák István

Az OMBKE KGYV Helyi Csoportja szeptember 14-én klubdélutánt tartott, melynek keretében a „Hőkezelés és a hőkezelő berendezések helyzete Magyarországon" címmel tartott előadást *Dr. Szőke László* a Vasipari Kutató Intézet igazgatóhelyettese.

Előadását az 1970-es pécsi Hőkezelő Konferencián elhangzott anyagra építette, azonban azt sok új adattal kiegészítette, és így érdekes információk birtokába jutott a mintegy 40 főnyi hallgatóság.

Előadásában továbbá beszámolt a Vasipari Kutató-Intézetben jelenleg folyó kutatási munkákról, azok eredményeiről, melyek egy része a megvitatás és az azt követő szabványosítás után közkézre kerül.

Az előadáshoz többen hozzászóltak. *Farkas Sándor* műszaki igazgatóhelyettes (a Helyi Csoport elnöke) hozzászólásában felvetette a Vasipari Kutató Intézet és a Kohászati Gyárépítő Vállalat együttműködésének szükségességét az egyes korszerű berendezések tervezése előtt a technológia kialakításában.

Az együttműködésre való felhívásra *Dr. Szőke László* igazgatóhelyettes pozitívan reflektált és remélhető, hogy ez az elhatározás a későbbiek során konkretizálódik.

Tölgyesi Zoltán

Szakosztályvezetőségi ülés szeptember 19-én

A szakosztályvezetőségi ülést az elnök távollétében *Nagy Zoltán* elnökhelyettes vezette.

Első napirendi pontként megtárgyalásra került az Anyagvizsgáló Szakcsoport munkájáról készített beszámoló. A szakcsoport történetére, létszámára, tagozódására, célkitűzéseire, munkabizottságaira, külföldi kapcsolataira és rendezvényeire kitérő részletes anyagot előzetesen írásban kapták meg a szakosztályvezetőségi tagok.

Az írásbeli anyaghoz *Répás Pál* szakcsoport-titkár fűzött kiegészítést, majd részletes vita következett, melynek során az eredmények elismerése mellett többek között a GTE Anyagvizsgáló szakosztályával meglevő kapcsolat bővítését, a nagyrendezvényeken elhangzó túl soknak tűnő apró előadást, a helyi csoportok igényeinek figyelembevételét és a gyakorlati munkába való kapcsolódást tették szóvá a vezetőség tagjai.

A vita után *Nagy Zoltán* elnökhelyettes megköszönte a legdinamikusabban működő szakcsoport 14 éves töretlen munkáját és javasolta, hogy a szakcsoport tartson még az ősszel egy kibővített vezetőségi ülést, amelyre a hozzászólókat és a helyi csoportok titkárait hívják meg a legfontosabb további teendők megtárgyalására.

Második napirendi pontként *Nagy Zoltán* elnökhelyettes ismertette az elnökségi bizottságokkal összehangolt szakosztályi felelősökre vonatkozó javaslatot. Eszerint alapszabály-felelősnek *Selmeczi Bélát*, oktatási felelősnek *Szőke Lászlót*, nemzetközi felelősnek *Lántzky Józsefet*, ifjúsági felelősnek *Schmidt Györgyöt*, rendezvény-társadalmi felelősnek *Clement Andort*, érembizottsági felelősnek *Felföldi Zoltánt* és taglétszám-gazdasági felelősnek *Gruber Imrét* javasolta.

A szakosztályvezetőség a javaslatokat elfogadta.

Ezt követően az elnökhelyettes bejelentette a szakosztályvezetőségi ülésnek, hogy a Hengerész konferencia megnyitására *Komjáthy László* alelnököt, továbbá, hogy az Acélgyártó szakcsoport alelnökéül *Éles Lászlót*, titkáraul *Horváth Gyulát* kérték fel.

Végül *Latinák István* a legutóbbi kovácsklubnapi előadásokról, *Brezniczky János* a Salgótarjánban megrendezendő „Korróziós anké"-ról, *Csépe Ferenc* a 700 éves ózdi jubileummal kapcsolatban *dr. Horváth János* elnökünknek a vaskohászat fejlődésének jövőjéről tartandó előadásáról, *Lantos István* a KGYV csoport munkájáról és a tervezett csehszlovák tanulmányútról, *Schmidt György* a víz- és gáztisztításról tartott külföldi előadásról, *Szőke László* pedig a GTE Hőkezelő Szakbizottságának szakosztállyá való átszervezéséről számolt be.

Schmidt György megbízást kapott a NME hallgatói tanulmányútja kapcsán az egyesületi fogadás megszervezésére.

Végül *Óvári Antal* felhívta a figyelmet az ezévi pályázatok okt. 31-i beadási határidejére. (ÓA)

Szakosztályvezetőségi ülés október 24-én

Az ülést az elnök — és elnökhelyettes távollétében *Szőke László* vezette.

Első napirendi pontként *dr. Tardy Pál* titkár ismertette a szakosztály 3 éves tervét, amely az irányelveknek megfelelően 1973-ra konkrétabban, 1974—1975-re pedig távlati jelleggel került kidolgozásra. A munkaterv igen jó felépítésben számos konkrét feladatot tartalmaz, elsősorban az iparági kapcsolatok fejlesztésére, a társegyesületekkel és társ-szakosztályokkal meglevő kapcsolatok bővítésére, a szakmai továbbképzésre, a fiatal szakemberek aktivizálására, a nagyrendezvényekre és a nemzetközi kapcsolatok fejlesztésére.

A javaslatot élénk vita követte. A hozzászólók kiemelték, hogy a nagyrendezvények mellett a kisebb szakmai rendezvények is igen hasznosak. Foglalkoztak az ifjúság aktivizálása terén az Öntödei szakosztályban elért tapasztalatokkal, a külföldi utazások ügymenetével és a nemzetközi kapcsolatok bővítésére vonatkozó igényekkel.

Ezt követően *Répás Pál*, az Anyagvizsgáló szakcsoport titkára ismertette az előző vezetőségi ülés határozata alapján összehívott kibővített szakcsoportvezetőségi ülésen elhangzott javaslatokat. Elhatározták, hogy 6 évenként a GTE Anyagvizsgáló szakosztályával közös nagyrendezvényeket tartanak, a hőkezelőket bevonják a munkába és megvizsgálják a korrózióval és MEO-munkával foglalkozó szakemberek bevonásának lehetőségét.

Harmadik napirendi pontként *Clement Andor* részletesen beszámolt az Aggteleken rendezett IV. Orsz. Hengerész Konferenciáról. Ezen 188 hazai és 27 külföldi szakember vett részt. Összesen 20 előadás hangzott el, élénk érdeklődés mellett. Nagy sikerük volt a bemutatott szakmai filmeknek. A szervezéshez az OKÜ, a KGM és a VASKUT részéről messzemenő segítséget kapott a szervező bizottság. Az elhelyezés és ellátás zökkenőmentes volt.

Szőke László a vezetőség nevében megköszönte és elismeréssel értékelte a szervezők munkáját.

Majd *Brezniczky János* beszámolt a salgótarjáni korróziós ankétról, amelyen hazai és külföldi szakember vett részt, *Lantos István* pedig a KGYV csoport csehszlovákiai tanulmányútját ismertette, amelyen a KGMTI szakemberei is részt vettek.

Gruber Imre bejelentette, hogy a Hengerész Szakbizottság legközelebbi ülését Csepelen tartja, *dr. Tardy Pál* titkár pedig a novemberi titkári értekezlet programjáról adott tájékoztatást. (TP)

Elnökségi ülés november 8-án

A nov. 8-án tartott elnökségi ülést kezdetben *dr. Dobos György* elnök, később pedig *Komjáthy László* alelnök vezette.

Első napirendi pontként az elnökség megtárgyalta az Egyesület 1973. évi célkitűzéseit tartalmazó munkaprogramot, amelyet *Szabó Csaba* titkár állított össze és küldött meg az elnökség tagjai részére „A szakosztályok által kidolgozott 3 éves munkaprogramok értékelése, OMBKE-szintű koordinációja és az 1973. évi célkitűzések meghatározása" címmel.

Az egyesületi munka minden fontosabb ágazatára kitérő és az adatokat táblázatokban jól áttekinthetően feldolgozó anyaggal kapcsolatban számos hozzászólás hangzott el. Főleg arra mutattak rá a felszólalók, hogy az öt szakosztályban külön-külön folyó egyesületi munkáról, a testvérszakmák proplémáiról, még a szakosztályok aktív egyesületi munkát végző tagjai sem tájékoztattak és így közös rendezvényekre nagyon ritkán kerül sor. Éppen ezért az egyesületen belüli információs rendszer kiépítése sürgős feladatnak látszik. Több hozzászóló hivatkozott az eddigi próbálkozásokra, mivel azonban ezek nem fejlődtek ki a várt mértékben, az elnökség úgy határozott, hogy ezt a témát rövidesen napirendre tűzi.

Második napirendi pontként *Moharos Jenő* főtitkár az eddigi elnöki bizottságok munkájának folytatására, ill. új bizottságok létrehozására vonatkozó javaslatot ismertette.

Az elnökség az írásban is megküldött javaslatot megvitatta és az alábbi állandó Elnökségi Bizottságok működtetését hagyta jóvá:

Érem Bizottság. Vezetője: *Éles László*, összekötő *Seregi János* alelnök.

Nemzetközi Kapcsolatok Bizottsága. Vezető: *Szűcs Imre*, összekötő: *Kemény Kornél* alelnök.

Társadalmi Bizottság. Vezető: *Szabó László*. Összekötő: *Hammer Ferenc* alelnök.

Történeti Bizottság. Vezetője: *Székely Lajos*, összekötő: *Komjáthy László* alelnök.

Oktatási Bizottság. Vezetője: *Szőke László*, összekötő: *Dr. Gagyi-Pálffy András* alelnök.

Alapszabály Bizottság. Vezetője: később kerül választásra a szakosztályok küldöttei közül, összekötő: *Dr. Alliquander Ödön* alelnök.

Ifjúsági Bizottság. Vezetője: *Podányi Tibor*, összekötő: *Horváth Ferenc* alelnök.

Ezután *Klemencsics István* a Nemzetközi Bányamérői Konferenciáról, *Szabó György* az Olajbányászati Szakosztály hajdúszoboszlói XIII. Vándorgyűléséről, *dr. Tardy Pál* az aggteleki IV. Országos Hengerész Konfe-

renciáról és *dr. Laboda Sándor* a Fémkohászati Szakosztály székesfehérvári Könnyűfém konferenciáról tartott rövid beszámolót az elnökség tájékoztatására. (ÓA)

A Hengerész Szakcsoport tanácskozása Csepelen

Nov. 17-én tartotta meg Csepelen a Munkásotthon egyik emeleti gyűléstermében a Vaskohászati szakosztály Hengerész Szakcsoportja 1972. évi utolsó tanácskozását.

Az összejövetelen a kohászati vállalatok és intézmények hengerészkiküldöttei nagy számban jelentek meg. A nagy érdeklődést indokolta a megbeszélés témája: a csepeli új svéd-rendszerű, korszerű drótsor ismertetése és bemutatása, amely a három profilüzemünkben folyó hengersori fejlesztések során elsőként indul meg.

Délelőtt a tanácskozást *Dévényi György*, a szakcsoport elnöke nyitotta meg, utalva a szakcsoport eddigi munkájára és célkitűzéseire. Ezt követően a Csepel Acélmű és a szakosztály helyi csoportja nevében *Proszt Ervin* főtechnaológus üdvözölte a vendégeket.

Az új hengersort ismertető első előadást *Szentesi János* tartotta meg „A csepeli drótsor telepítésének és technológiájának ismertetése" címmel. Ezt követően *Hudik Zoltán* „A léptetőgerendás kemence és automatikájának ismertetése", *Proszt Ervin* „A drótsor néhány berendezése" és *Vázsonyi István* „A trío hengerállvány automatikus hengerállító berendezése" c. rövid előadásai hangzottak el. Az ismertetések élénk érdeklődést váltottak ki, és az előadásokat követően a jelenlevők részére számos szakmai kérdést tettek fel mind a három lépcsőből álló, 30 m/s hengerlési sebességgel üzemelő svéd rendszerű tyristoros teljesen korszerű, kb. 120 000 t/év teljesítményű drótsor, mind pedig a KGMTI által tervezett 20 t/ó teljesítményű és 5000 mm hosszú ötvözött bugák melegítésére alkalmas, igen érdekes konstrukciót jelentős léptetőgerendás kemencére vonatkozólag.

A második előadás-csoportban *Csurgai Ferenc* „Korszerű forrcsövű hajlítás", *Antal Béla* „Bugaköszörülés tapasztalatai a Csepeli Acélműben" és *Kiss Tibor* „Vasalapú félgyártmányok gyártásának távlata a Csepeli Fémműben" c. szintén nagy érdeklődéssel kísért előadásokra került sor.

Az előadások után *Dévényi György* elnök összegezte az elhangzott előadásokon szerzett tapasztalatokat, majd *dr. Remport Zoltán* a szakcsoport titkára terjesztette elő a tanácskozás határozatait, amelyeket a résztvevők egyhangúlag elfogadtak.

A közös ebéd után a tanácskozás résztvevői megtekintették az építés, ill. az összeszerelés utolsó szakaszában levő kemencét és az új drótsort. A konzultáció a helyszínen is folytatódott.

Főleg az elektromos berendezés, az automatikák, az előfeszített állványok, a görgős bevezetők és az érdekes optikai üregbeállító készülék nyerte meg a szakemberek tetszését. A hengersoron még decemberben sor kerül a próbahengerlésre. (ÓA)

Egyetemi hírek

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán a közelmúltban doktori szigorlatokat tartottak. Doktori szigorlatot tettek az alábbiak:

Okt. 30-án:

Verő Balázs okl. kohómérnök
„Az acél austenitesedésének mikrokinetikája."
Bírálók: *Dr. Berecz Endre* tanszékvezető egyetemi tanár,
Dr. Káldor Mihály tanszékvezető egyetemi tanár.

Varga László okl. gépész- és villamosmérnök
„Wolframhuzalok alakváltozási mechanizmusa szakítás közben"
Bírálók: *Dr. Káldor Mihály* tanszékvezető egyetemi tanár,
Dr. Millner Tivadar akadémikus, c. egyetemi tanár.

Tóth Tamás okl. kohómérnök
„A ferrittartalom hatása a titánnal stabilizált austenites saválló acél alakíthatóságára"
Bírálók: *Dr. Káldor Mihály* tanszékvezető egyetemi tanár,
Dr. Simon Sándor tanszékvezető egyetemi tanár.

Bereczki László okl. vegyész
„A mangán(II)—szulfát—kénsav—víz rendszer fázisegyensúlyi és elektromos vezetési sajátosságainak fizikai-kémiai vizsgálata"
Bírálók: *Dr. Berecz Endre* tanszékvezető egyetemi tanár,
Dr. Sziklavári Károly egyetemi docens

A Kohómérnöki Karon tett eredményes doktori szigorlat alapján a nevezetteket avatták doktorrá egyetemünkön. Rajtuk kívül még ketten doktori címet kaptak: *Pásztor Gedeon* okl. kohómérnök és *Szarka Tivadar* okl. villamosmérnök a nov. 4-i avatáson, miután mindketten már előzőleg kandidátusi fokozatot szereztek.

1972. április 25-én:

Szarka Tivadar okl. villamosmérnök
„Hevítőaknák impulzusfűtése automatizált rendszerének kifejlesztése és vizsgálata"
Bírálók: *Prof. Dr. A. B. Cseljusztkin*
L. B. Guszovszkij, a műszaki tudományok kanditátusa

Júl. 9-én:

Pásztor Gedeon okl. kohómérnök
„A réz dezoxidációja elektronsugaras vákuumkemencében"
Bírálók: *Dr. Horváth Zoltán* tanszékvezető egyetemi tanár,
Dr. Várhegyi Győző c. egyetemi docens

Nevezettek a Szovjetunióban, ill. Magyarországon megvédett kandidátusi disszertációjuk alapján lettek doktorrá avatva. (ÓA)

Beszámoló külföldi konferenciáról

Tudományos ülésszak Kassán

A Kassai Műszaki Egyetem 20 éves fennállása alkalmából tudományos ülésszakot rendeztek szept. 20—22 között, melyen öt szekcióban hangzottak el előadások a következő területekről:

— nyersvas- és acélgyártás,
— nemesfémek metallurgiája,
— halogén metallurgiai folyamatok,
— kemenceépítés és ipari kemence berendezések,
— az anyagok tulajdonságai, alakítás, formálás.

Az öt szekció közül a harmadik szekcióban vettem részt, mivel a hazai kutatási programjaink ezen a téren már több éve folynak mind a Földtani Hivatal, mind a Ritkafém Tárcaközi Bizottság anyagi támogatásával. Ebben a szekcióban 16 előadás hangzott el.

A tudományos ülésszak ünnepélyes megnyitása a Kassai Nemzeti Színházban volt. Ezen az ünnepélyes megnyitón a baráti országok küldöttei egyetemek, akadémiák üdvözölték a jubiláló Kassai Egyetemet. Az ünnepélyes jubileumi ülést rövid kultúrműsor követte.

A harmadik szekció ülései:

A programba vett előadások három fő témakör köré csoportosíthatók:

1. Reakció kinetikai vizsgálatok. Fémek és oxidjaik klórozási folyamatának tanulmányozására alapkutatási jelleggel.

2. Különböző anyagok, általában fémszegény ércek és ásványok klórozó kezelése az értékes alkotók kinyerése céljából. Ezeket a vizsgálatokat laboratóriumi szinten végezték.

3. Ipari méretekben megvalósított klórozási eljárások ismertetése, az eljárások elve és a berendezések konstrukciója és szerkezete.

Az első témakörben a következő előadások hangzottak el:

Morozov (Szovjetunió): Klórozási folyamatok fizikai kémiája.

Efdokimov (Szovjetunió): Illósító klórozási eljárások anyagok kémiai elválasztására.

Knacke (NSZK): Halogén metallurgiai folyamatok reakció kinetikája.

Berecz (Magyarország): Adatok fémkloridok sósavas vizes oldatrészének szerkezeti vizsgálatairól.

A négy előadás alapkutatási, illetve alkalmazott kutatási jelleggel foglalkozott a klórozási eljárások lényegével, kinetikájával, termodinamikájával. Az eddigi kutatások eredményeként megállapítható az, hogy ezek a folyamatok alkalmassá válhatnak bizonyos körülmények között ipari kivitelezésre is, és lehetőséget adnak egyes anyagok gazdaságos feldolgozására. A kísérletek egyöntetűen igazolják, hogy a korrózió akadályok elháríthatók megfelelő anyag megválasztásával. A klórozási folyamatok hőenergetikailag kedvezőbb körülmények között hajthatók végre, mint a nagyobb hőmennyiséget igénylő olvasztásos metallurgiai eljárások. Igen figyelemre méltó volt *Knacke* professzor véleménye, amely szerint az alkalmazott kutatási vizsgálatok során a vizsgálati eredmények értékelésekor üzemi paramétereket kell figyelembe venni és el kell hagyni az elméleti megfontolások megnevezéseit és körülményeit. Így ezeknél az eljárásoknál az ún. termodinamikai potenciál talán sokat mond az elméelt embernek, de az üzemben nem termodinamikai potenciált mérő műszerek, hanem hőmérők, nyomásmérők, idő- és mennyiségmérő berendezések állnak rendelkezésre. Az értékelés az üzemi mérnök számára akkor érthető, ha ezekkel a paraméterekkel történik jellemzés.

A második csoportba tartozó témakörök főleg a kis nikkel-tartalmú ércek klórozásos feldolgozásával foglalkoznak laboratóriumi méretekben.

Ebben a témakörben elhangzott előadások a következők voltak:

Gerlach (NSZK): A garnierit klórozása.

Ilics (Jugoszlávia): A jugoszláviai kis nikkeltartalmú ércek klórozó kezelése.

Sehnalek (Csehszlovákia): Mangánércek klórozása.

Gurovic (Csehszlovákia): Molibdén, wolfram, vanádium rétegek kémiai tisztítása.

Ennek a témakörnek az előadásai áttekintést adtak egyes anyagok viselkedéséről a klórozási folyamatok hatására. Ezeket a kísérleteket laboratóriumi méretekben végezték, a kapott eredmények alapján értékelhető a szóban forgó anyag gazdaságos feldolgozásának lehetősége. A *Gerlach*-előadás végső következtetéseként elmondhatom, hogy az általuk vizsgált brazíliai garnierit ezzel az eljárással nem dolgozható fel gazdaságosan. A jugoszláviai vizsgálatok olyan körülményeket biztosítottak, amelynek alapján a nikkel jó hatásfokkal vonható ki a nagytömegű alapösszletből és így feldolgozási lehetőségek reménytkeltők. A mangánércek klórozása jó elválasztást eredményezett. Több kedvező kísérleti körülmény összehangolása után az eljárás gazdaságossá tehető.

A harmadik csoportba tartozó előadások már ipari méretben megvalósított eljárásokat ismertettek.

Sironi (Olaszország): Nemvasfémek kivonása piritek klórozó hőkezelésével.

Okubo (Japán): A pirit teljes értékesítése a KOWA eljárással.

Wurmbauer (Ausztria): Kloridok regenerálása oxidnyerés céljából.

Hake (Ausztria): Titándioxid előállítása $TiCl_4$ megbontásával.

Ennek a témakörnek az előadásai ipari méretű eljárásokról számoltak be, melyek jó gazdasági paraméterekkel dolgozzák fel a megnevezett anyagokat. Az eljárások fejlesztése állandó feladat, az előadók rámutattak a fejlesztés lehetőségeire és irányaira. Érdekes volt az olasz és a japán eljárás egymás után elhangzott ismertetése a pirit teljes értékű hasznosítására. Ez annál is inkább érdeklődésre számottartó téma, mert a piritfelhasználás világszerte csökkent, a kénsavgyárak mindinkább elemi kén felhasználására épülnek és így a jövő pirittermelésének feldolgozása problémát fog jelenteni.

A *Wurmbauer*- és *Hake*-előadások a fémkloridok feldolgozásával foglalkoztak, nagyipari méretű berendezéseket ismertettek. A klórozási eljárások második szakasza a kloridok regenerálása és a klórozó anyag visszajuttatása a rendszerbe. Az ismertetett berendezések alkalmasak ennek a folyamatnak az ellátására függetlenül attól, hogy milyen anyagból származtak a fémkloridok. Az eljárás eredményeként tiszta fémoxid keverék és klór, illetve sósav keletkezik, mely az alapfolyamat fázisába visszavezethető.

A háromnapos konferencia előadásait kis füzetben jelentették meg teljes szöveggel és ábrákkal szlovák, orosz, német és angol nyelven, az előadó származása szerint.

A konferencia tanulságait leszűrve a következőket állapíthatjuk meg:

1. A klórozási technológiára már nagyipari üzemek épültek, melyek gazdaságosan oldják meg az anyagok feldolgozását (piritpörk, pirit, nikkel előállítás, TiO_2 előállítás stb.).

2. A klórozó eljárás nyújtotta lehetőséget igyekeznek felhasználni különböző fémszegény ércek feldolgozására. Különösen indokolt ez akkor, ha érctársulásokról van szó és komplex elválasztási lehetőséget biztosíthat az eljárás. Különösen vonatkozik ez a drágább fémek előállítási lehetőségére, pl. réztől felfelé.

3. Ez az eljárás a jövőben lehetőséget adhat arra, hogy a növekvő szükséglet kielégítésére a fémszegény anyagokat is ipari nyersanyagnak tekintsék és a még újabban feltárt vagy feltárásra váró anyagokkal együtt a jövő fémigényét biztosítsák.

4. A klórozó metallurgiai eljárások lehetővé teszik kevesebb lépcsőben tiszta anyagok előállítását. A tiszta anyagok iránti igény növekedésével ezek az eljárások

mindjobban előtérbe kerülnek, mert nagyon alkalmasak arra, hogy kis mennyiségű, de nagy tisztaságú anyagok segítségükkel előállíthatók legyenek.

A Központi Földtani Hivatal és az RTKB által kezdeményezett klórozási kísérletek ezeket a célokat szolgálják és igyekeznek eljárást kimunkálni a ma még ipari nyersanyagnak nem tekinthető hazai ásványok feldolgozására.

Ez a konferencia a második klórozási konferencia volt, az elsőt 1956-ban Stockholmban rendezték. A résztvevők annak az óhajuknak adtak kifejezést, hogy legkésőbb három év múlva ebben a témakörben újra rendeztessék egy konferencia, mert a jelenleg fejlődő igények szükségessé teszik ezeknek az eljárásoknak a koordinált kutatását, fejlesztését.

Dr. Pőcze László

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK

Acél

MSZ 24—72 (Az MSZ 24—68 helyett) *Bordázott acéllemez*
Lényegesebb változások a régi szabványhoz képest:
— nagyobbak lettek a bordaméretek,
— bővült a vastagsági méretválaszték (2,5 mm és 8 mm között 10 méret szabványos)
— szabályozva lett a lencsésség megengedett mértéke.

MSZ 2801—72 (Az MSZ 2801—52 helyett) *Kisvasúti sín*
A szabvány a 14 (régi jele: 80/14) és a 18 (régi jele: 93/18) jelű sínek méreteit és általános műszaki előírásait tárgyalja. Kimaradt a szabványból igényhiány miatt az eddigi 65/8 és 70/10 jelű sín.

MSZ 2802—72 (Az MSZ 2802—63 helyett) *Szögheveder kisvasúti sínhez*
A szabvány a kisvasúti sínek összekapcsolására szolgáló hevederek méretválasztékát és általános műszaki előírásait tárgyalja. Igényhiány miatt kimaradt a szabványból a 65/8-as sín laposhevedere és a 70/10-es sín szöghevedere.

MSZ 4216—72 (Az MSZ 4216—57 helyett) *Hidegen hengerelt csomagoló acélszalag*
A szabvány méretválasztéka kiegészült a 25 mm szélességi és a 0,8 mm vastagsági mérettel. A mérettűrések szűkebbek lettek. Az anyagminőség ASZ 1 K 50, fémesen tiszta, vagy külön előírásra színes felülettel.

MSZ 4373—72 (Az MSZ 4373—68 helyett) *Ötvözetlen körszelvényű, patentozott rugóacélhuzal*
A szabvány átdolgozása lényegében a méretválasztékot és a szakítószilárdsági értékeket érintette. Megmaradt a régebbi 3 szilárdsági fokozat, de a csökkentett szilárdságú huzalok méretválasztéka 0,40—7,5 mm, a közepes szilárdságúaké 0,20—10,0 mm, a növelt szilárdságúaké pedig 3,00—10,0 mm átmérő. A szilárdsági értékek, különösen a kisebb átmérőjű huzaloknál, csökkentek.

MSZ 4379—72 (Az MSZ 4379—69 és MSZ 17720—62 helyett) *Húzott, hántolt vagy csiszolt körszelvényű rúdacél. Méretek*
A szabvány méretválasztéka 2,0-től 125,0 mm-ig terjed, a tűrések h 11 és h 9 szerintiek. A szabványba beépítésre kerültek az egyenességi előírások. Az MSZ 17720-ban tárgyalt felületi és anyagminőségi követelményeket a jövőben az anyagminőségi szabványok tárgyalják.

MSZ 4381—72 (Az MSZ 4381—59 helyett) *Vasötvözetek hőkezelése. Terminológia*
A szabvány acélok és öntöttvasak hőkezelésével összefüggő 80 szakkifejezést definiál. A kifejezések a következő három fő technológiai csoport szerint csoportosítottak:
1. összetételt nem változtató hőkezelések; ezek jellemzője, hogy a kívánt tulajdonság-változások kizárólag hőhatásra következnek be,
2. termokémiai hőkezelések, melyek jellemzője, hogy a kívánt tulajdonságváltozásokat nem a hőhatás, hanem az összetétel megváltoztatása biztosítja,
3. alakításos hőkezelések, melyek jellemzője, hogy a kívánt tulajdonságokat alapvetően nem hőhatással, hanem az alakításkor keletkező különleges szövetszerkezet stabilizálásával biztosítják.

MSZ 4461—72 (Az MSZ 4461—68 helyett) *Hidegen hengerelt ónozott acéllemez*
A módosításra a KGST RSZ 443—71 és az ISO/R 1111—69 ajánlások átvétele miatt került sor. Változás a súlyszámításon alapuló vastagságmeghatározási módszerekben van. A vastagság meghatározható a szállítmány átlagára és egy-egy táblára. Ezenkívül kiköthető az egy táblán belüli vastagságellenőrzés is. Az előírások teljesen egyeznek a nemzetközi gyakorlattal.

MSZ 5776—72 (Az MSZ 5776—60 helyett) *Szelepanyagok belsőégésű motorokhoz*
A szabvány a Diesel és Otto rendszerű belsőégésű motorok tömör kivitelű szelepeinek gyártásához használt csiszolt rudak anyagminőségi és általános műszaki előírásaira vonatkozik. A szabvány öt nemesíthető, két austenites és egy kiválásosan keményíthető austenites acélt tárgyal.

MSZ 6690—72 *Bevont elektródák acélok kézi ívhegesztéséhez. Az elektróda kihozatalának és leolvadási tényezőjének meghatározása*
A szabvány a maghuzal és a bevont elektróda névleges és tényleges kihozatalának, valamint az elektróda leolvadási tényezőjének vizsgálati és kiszámítási módszerét tárgyalja. A vizsgálat történhet tömegméréssel vagy hosszméréssel kombinált számítással.

Anyagvizsgálat

MSZ 105/30—72 *Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Szakítógépek „K" értékének meghatározása a folyáshatár méréséhez*
A szabvány szerinti módszer olyan szakítóvizsgálati rendszerek „K" értékének meghatározására vonatkozik, melyekben a próbatest alakváltozásának sebességét közvetlenül nem lehet beállítani ill. módosítani. A „K" értéket csak olyan szakítógépeknél lehet meghatározni, amelyeken a terhelést gyakorlatilag egyenletesen lehet növelni, de csak akkor kell meghatározni, ha a próbatest folyási adatait kívánják megmérni. A meghatározás elve, hogy ismert tulajdonságú próbatestet a szakítógépbe befogva egyenletesen terhelnek. Megmérik a nyúlás sebességét az alakváltozás rugalmas szakaszában és a megközelítően állandó terhelésen végbemenő folyás közben is. Az így meghatározott nyúlási sebességek hányadosából kell a „K" értéket kiszámítani.

MSZ 16081—72 *Porkohászati keményfémek. Vizsgálati módszerek. Hajlítószilárdság meghatározása*
A szabvány legfeljebb 30 súly-% kötőfémet tartalmazó keményfémek hajlítóvizsgálatára vonatkozik. A vizsgálat statikus és a két végén, meghatározott távolságban alátámasztott próbatestnek, az alátámasztási távolság felező vonalában a törésig fokozódó terheléséből áll.

MSZ 16082—72 *Porkohászati keményfémek. Vizsgálati módszerek. Sűrűség meghatározása*
A szabvány legfeljebb 200 g tömegű porkohászati keményfém próbatestek sűrűségének meghatározását tárgyalja. A sűrűség a tömeg és a vízbemerítéskor fellépő látszólagos tömegveszteség hányadosa.

MSZ 16083—72 *Porkohászati keményfémek. Vizsgálati módszerek. Keménységmérés Rockwell szerint*

A vizsgálat a Rockwell A-skála szerinti; elve, hogy egy meghatározott méretű, kup alakú gyémánt nyomótestet meghatározott erővel, két fokozatban benyomnak a vizsgálandó felületbe. A keménység mérőszáma a nyomótestnek a második fokozatban létrejött benyomódási mélységéből adódik.

ÚJ SZABVÁNYTERVEZET

MSZ 2638/3 T *Acélok makrovizsgálata. Kéneloszlás meghatározása Baumann-eljárással*

A szabványtervezet vasalapú fémek kéneloszlásának kimutatására szolgál. Az eljárás alapja, hogy a vizsgálandó felületen levő szulfidrészecskék egy kénsavas oldatba áztatott fényérzékeny papír ezüstbromidjával reakcióba lépnek, a szulfidokból kénhidrogén szabadul fel, mely az ezüstbromiddal ezüstszulfátot alkot. Előhívás után a kéndúsulásos helyeket barnás elszíneződés jelzi.

Vizsgálat

MSZ 4310/6 T (Az MSZ 4310/6—64 helyett) *Fémek hegesztett kötéseinek roncsolásmentes vizsgálata. Radiogramok készítésének általános műszaki előírásai*

A tervezet két érzékenységi fokozatot állít fel. Tárgyalja felvételek elrendezési módját, a sugárforrás megválasztását, a filmekkel és fóliákkal kapcsolatos követelményeket, a geometriai feltételeket, a felületelőkészítést, az árnyékolást és a képfelismerhetőségre vonatkozó előírásokat.

Ötvözetek

MSZ 13723/1. . .5 T *Üveghez és kerámiához forrasztható ötvözetek*

Az öt lapból álló szabványsorozat a fém és üveg, valamint fém és kerámia közötti vákuumzáró kötések és átmenetek létrehozásához használt, az üveg, ill. a kerámia hőtágulásához közel azonos hőtágulású ötvözeteket tárgyalja.

Az 1. lap tárgyalja az ötvözetek vegyi összetételi, hőtágulási előírásait és a szövetelemekre vonatkozó követelményeket; a 2. a szalagok, a 3. a rudak, a 4. a csövek és az 5. lap a huzalok méretére, mechanikai és technológiai tulajdonságaira, szemcsenagyságára, zárványosságára és felületi, valamint csomagolási előírásaira vonatkozik.

ÚJ SZABVÁNYTERVEZETEK

MSZ 13723/4 T *Üveghez és kerámiához forrasztható ötvözetek. Csövek*

A tervezet az MSZ 13723/1 szerinti Vd 50 és Vd 70 jelű szabályozott hőtágulású ötvözetből készült varratnélküli csövek alakjára, méreteire, tágíthatóságára, szövetszerkezetére, megengedett gáztartalmára és felületére vonatkozó követelményeket és azok vizsgálatát tárgyalja.

MSZ 13723/5 T *Üveghez és kerámiához forrasztható ötvözetek. Huzalok*

A tervezet az MSZ 13723/1 szerinti szabályozott hőtágulású ötvözetekből készült huzalok alakjára, méreteire, mechanikai tulajdonságaira, szövetszerkezetére, megengedett gáztartalmára és felületére vonatkozó követelményeket és azok vizsgálatát tárgyalja

MSZ 14900 T *Kohászati termékek minőségének tanúsítása*

A szabványtervezet egységesíteni kívánja a kohászat különböző ágaiban jelenleg szokásos minőségtanúsítási módokat.

A tanúsítás módjai a következők:

— Szállítói nyilatkozat
— Tanúsítvány
— Minőségi bizonyítvány
— Átvételi minőségi bizonyítvány.

*

A KGST Szabványügyi Állandó Bizottság szakértői 1972 szeptemberében Katowicében az alábbi szabványajánlás tervezeteket egyeztették:

1. *Gördülőcsapágyacél. Lágyítási szövetszerkezeti skálák* (Témavezető: LNK)
2. *Rugóacél. Minőségek és általános műszaki előírások* (Témavezető: SZU)
3. *Hidegen hengerelt ónozott lemez. Műszaki előírások* (Témavezető: LNK)

Az **1.** témában még további egyeztetésre van szükség, a **2.** témát 1975, a **3.** témát pedig 1974 végéig fogják a tagállamok nemzeti szabványaikba bevezetni. A rugóacélra vonatkozó magyar szabvány módosítása már 1973-ban elkezdődik, az ónozott lemezszabványunkat módosítani nem szükséges, mivel az a KGST dokumentum követelményeinek megfelel.

K. E.

Halálozás

Lapzárta után, mély megdöbbenéssel vettük a szomorú hírt, hogy

LOMNICZY DEZSŐ

okl. kohómérnök, a Nehézipari Minisztérium műszaki-gazdasági tanácsadója, Egyesületünk volt főtitkára, Lapunk fémkohászati rovatának szerkesztője 1972. november 25-én, életének 55. évében rövid betegség után váratlanul elhunyt.

Temetése december 4-én volt a budapesti Farkasréti-temetőben.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Dr. BECKER ERVIN

Alumínium Alkalmazástechnikai Jubileumi Kiállítás

A *Kiállítást*

— a *Magyar—Szovjet Timföld-Alumínium Egyezmény*
— a *Magyar Alumíniumipari Tröszt*
— és *Alkalmazástechnikai Központjának*

10 éves jubileuma alkalmából rendezte az *Alumínium Alkalmazástechnikai Központ.*

A *Kiállítás* szeptember 22—október 2 között 600 m^2 fedett területen és 1500 m^2 szabad területen mutatta be mind a *Magyar Alumíniumipari Tröszt* vállalatainak bő termékválasztékát, mind a legfontosabb alumíniumot felhasználó üzemek, intézmények és kutatóhelyek jelentősebb termékeit és legfontosabb, újabb fejlesztési eredményeit.

KL-232-1

1. kép. Dr. Szekér Gyula nehézipari miniszter, az Alumíniumipari Kormánybizottság elnöke megnyitja a kiállítást

A *Magyar Alumíniumipari Tröszt* 14 vállalata és a 62 legjelentősebb alumínium feldolgozó üzem mintegy félezernyi termékkel reprezentálta az alumíniumipari vertikum teljes keresztmetszetét a bauxitbányászattól az alumíniumból készült közhasználatú cikkekig bezárólag.

A *Kiállítás dr. Szekér Gyula nehézipari miniszter* elvtárs, az *Alumíniumipari Kormánybizottság elnöke* kb. 400 fős közönség előtt szeptember 22-én nyitotta meg *(1. kép)* és az üdvözlő szavak után többek között elmondta, hogy „a magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény a szocialista nemzetközi munkamegosztás révén feloldotta hazánk viszonylagos bauxit-gazdagsága és energia-szegénysége közti ellentmondást. Timföld ellenében 1972. végéig mintegy 430 000 tonna fémet szállít a Szovjetunió Magyarország részére. Ma már a belföld alumíniumellátása megoldott. Ezenkívül számottevő szállításokat tudunk különböző alumíniumtermékekből teljesíteni a baráti szocialista országok részére és tőkés fizetési mérlegünk javítását célzó, tekintélyes mennyiségű alumíniumgyártmány eladása vált lehetségessé kapitalista piacon.

A biztos és tervszerűen növekvő alumínium alapanyagellátás megteremtésével egyidejűleg megfelelő kormányintézkedések történtek a feldolgozás fejlesztése érdekében. Új szélesszalaghengerművet építettünk és helyeztünk üzembe, továbbá bővítettük a préselt alumíniumtermékek, az alumíniumhuzal és a fólia gyártását. A félgyártmányok mennyiségének és választékának bővülésével párhuzamosan pedig új készáruipari üzemek épültek, amelyek korszerű fogyasztási cikkeket és beruházási javakat állítanak elő. A fejlesztés eredményeképpen 1971-ben a hazai alumíniumfogyasztás fejadagja elérte a 10 kg-ot, amely Anglia, Franciaország, Ausztria, Olaszország szintjének felel meg.

A kiállítás egyben arról is bizonyságot tesz, hogy a *Magyar Alumíniumipari Tröszt,* amely a magyar—szovjet timföld—alumínium egyezmény végrehajtásának gazdája, alapjában véve sikeresen látta el feladatát az elmúlt 10 évben, pontosan teljesítette az egyezményben vállalt termékszállítási kötelezettségeit, létrehozta azokat a termelőkapacitásokat, amelyek a szállítások teljesítéséhez és a rendelkezésre álló fém alapanyag félgyártmányig történő feldolgozáshoz szükséges."

A megnyitóbeszéd elhangzása után a vendégek megtekintették a Kiállítást, amelyről az alábbiak szerint adunk rövid tájékoztatást:

Alapanyaggyártás

A *Magyar Alumíniumipari Tröszt* Vállalatainak bemutatójából kiemelhető:

— az újfajta *alumínium bányatámok* és bauxitbányászati telepítések

— az utóbbi 10 év nagyarányú timföldgyári fejlesztését az újonnan létesített üzemek és üzemrészek makettjei szemléltetik, ugyanakkor új termékként jellennek meg az *Almásfűzítői Timföldgyár különleges timföldjei*, szemfeltétve azok sokirányú felhasználását

— külön bemutatórészen helyezkednek el a *Magyaróvári Timföldgyár* korszerű, és jelentős exportigényeket kielégítő *műkorund- és tűzálló* anyagai, szemléltetve azt, hogy alumíniumiparunk ezen a területen is úttörő munkát végez

— az alumíniumkohók fejlődését elsősorban az *öntvehengerelt huzal- és szalagtekercsek* képviselik,

— sokrétű a *kokilla és présöntvény* kiállítás, amely az *Ajkai Alumíniumkohó* formaöntödéjének gyakorlati eredményeit szemlélteti. Különösen figyelemre méltók a bonyolult, exportra készülő présöntvények (mint pl. lámpatestek, nyomásálló szerelvény-alkatrészek stb.)

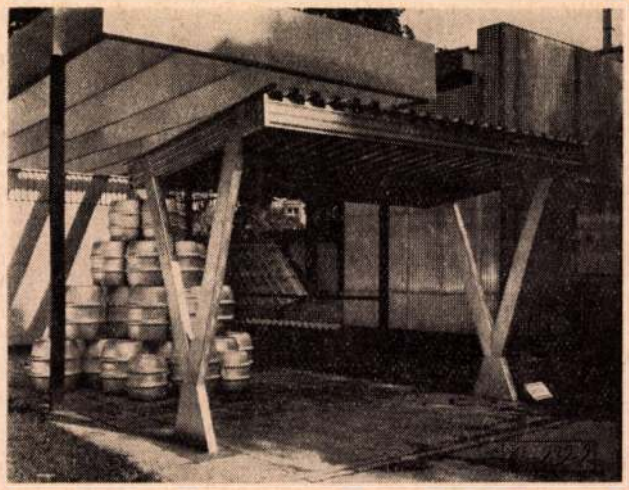
— a kiállításra került sokféle *hengerelt áru* és nagyszámú sajtolt idom, valamint *préskovács termék* mind élénk bizonyítékai annak az árubőségnek, amit az utóbbi évek fejlődése során az alumíniumipar a feldolgozóknak biztosítani tudott. A *trapézhullámú lemezek* széles körű felhasználásának bemutatása igazolja ennek az új építőipari anyagnak fontosságát a *könnyűszerkezetes építési módnál*.

Alumínium feldolgozás

A *Magyar Alumíniumipari Tröszt* vállalatainak súlypontilag az alapanyaggyártást képviselő kiállítási részei mellett, nagy szerepet kapnak az alumíniumot felhasználó vállalatok sokrétű termékcsoportjai. *(2. kép)*

Nagy súllyal képviselteti magát a *villamos- és energiaipar*, a hagyományos áramot vezető alumínium szerkezeteken kívül karbantartást, festést nem igénylő újabb alumínium szerkezeti megoldásokkal.

Az *építőipart* az *Aluterv* 12 m fesztávolságú, ívelt alumíniumborítással lefedett csarnokrésze képviseli, amely mellett felsorakoznak mezőgazdasági kisépületek és garázsok, valamint különböző szerkezeti megoldások álmennyezetre, tetőfedésre és oldalfal-burkolásra.



2. kép. Alumíniumtermékek a kiállításon

A *járműipart* elsősorban a közúti teherjárművek új alumínium felépítményei képviselik.

Az *anyagmozgatás- és csomagolás* témái a kiállítás több helyén is szerepelnek. Különösen figyelemre méltóak a kis konténerek és rakodólapoknak széles skálájú megoldásai, igazolva azt, hogy ez a felhasználási terület alumínium szerkezetek számára új lehetőségeket biztosít. A tapasztalat azt mutatja, hogy a költségesebb, de könnyebb és karbantartást nem igénylő szerkezetek végső fokon kifizetődőek. A szorosan vett csomagolóipar a hagyományos fólia, tubus és aerosol-palack seregszemle képviseli.

Az *edény- és tömegcikk* termékek választékára elsősorban az Alumíniumárugyár új zománcozott és teflonozott edényei szolgálnak példaként.

Az alumíniumfelhasználás perspektívája

A termelő vállalatok kiállított tárgyai szemléltetik a jelenidő realitását; az *Alumínium Alkalmazástechnikai Központ* és a *Központ* kezdeményezésére vele együtt kooperáló partnerek új prototípusai irányt mutatnak a jövőre. Ezek közül megemlíthetők:

— időtálló, gyorsan szerelhető épületburkolatok;

— billenő garázskapuk;

— nagy fénypontmagasságú lámpaoszlopok;

— perforált alumínium szerelőlap kábelek felerősítésére;

— létrák 2,5—5 m magasságig;

— karbantartást nem igénylő, szétszedhető kis épületek (mint pl. újságárus bódék, BKV váltóőrbódék);

— egy- és kétszemélyes, olcsó kivitelű halászcsónak;
— anyagmozgató eszközök (lépcsőnjáró rakodókocsik, kiskonténerek, rakodólapok).

Látva a kiállításon bemutatott többszáz alumínium terméket és kb. 50 új felhasználásra utaló prototípust, kézzelfogható valóságnak mondható az a prognózis, amely szerint 1975-re *Magyarországon* a jelenlegi 100 000 tonnával szemben 150—160 000 tonna alumíniumot fognak készáruvá feldolgozni.

dr. D. A.

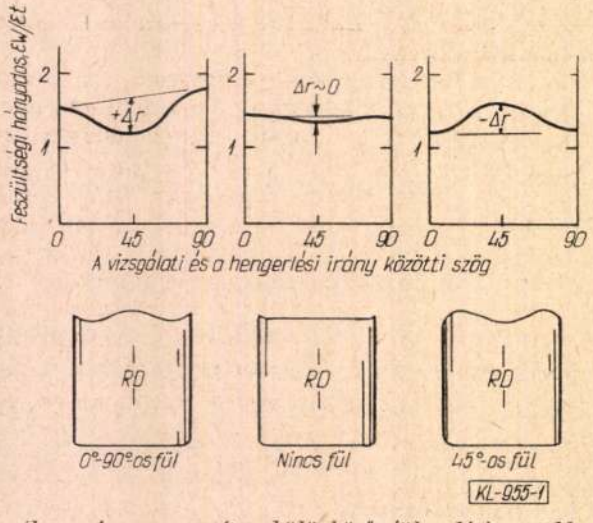
A textúrák és szerepük a mélyhúzás folyamatában*

Dr. JOHANNA GREVEN
Clausthali Műszaki Egyetem Fémtani és Fémfizikai Intézete, Clausthal-Zellerfeld, NSZK

DK: 669.018.26 : 621.983 : 548.213

A mélyhúzhatóság a lemezek korszerű feldolgozásának egyik legfontosabb feltétele. A különféle mélyhúzhatósági jellemzők döntően függenek az anyag kristályos felépítésétől, a textúrájától. A világhírű szerző előadásában összefoglalta a témakörrel kapcsolatos, legfontosabb mai ismereteinket.

Ha hengeres csészét húzunk egy kör alakú kiinduló tárcsából, a csésze pereme csak abban az esetben lesz síkban — mint ahogy az az *1. ábra* középső vázlatán látható —, ha a lemeznek nincs textúrája vagy a lemez normális irányához viszonyítva forgás-szimmetrikus a textúra. Ennek a speciális textúrának is lényeges hatása van azonban az *r*-értékre, amelyre még később visszatérünk.



1. ábra. A r paraméter különböző fülesedési esetekben (Whiteley és Wise nyomán) RD — hengerlési irány

Minden más típusú textúra a csésze peremének egyenlőtlenségéhez vezet (1. ábra bal és jobb oldala). A legfelső pontokat *fül*nek, az alsó pontokat *vályú*nak nevezzük. Az erőteljes fülképződés jellemző példája lehet a réz, a nikkel, a Ni—Fe és az alumínium kocka-textúrás lemezének viselkedése.

* Előadás a „Textúrák Kvantitatív Analízise" szeminárium keretében. Krakkó, 1971. szept. 1—6. (Megjelenik a *„Bulletin de l'Academie Polonaise des Science"* hasábjain is).

Ilyenkor a hengerlési irányban és arra merőlegesen keletkeznek a fülek. Az 1. ábra jobb oldalán látható fülek a 45°-os helyzetben keletkeznek, mely az előbb említett fémek alakítási textúrájára, valamint a sárgaréz hasonló textúrájára jellemző. Bár sokkal bonyolultabb fülesedési esetekkel is találkozhatunk, különösen a sárgaréz és az alumínium esetében, a jelen cikkben csak a fentebb említett egyszerű esetekkel foglalkozunk.

A *fülesedés mértékét* a következőképpen lehet jellemezni:

$$\frac{h_e - h_t}{h_t} \cdot 100\ [\%],$$

ahol h_e a fülek átlagos magassága és h_t a fülek közötti vályúnak a csésze fenekétől mért átlagos magassága.

A fülesedés tanulmányozása két irányban történhet. Az egyik irány gyakorlati feladata az, hogy olyan lemezt kell gyártani, mely nem fülesedik. Ez a munka általában csak fülesedési vizsgálatokon alapszik. Azt vizsgálják, hogy a technológiában végrehajtott változtatások hogyan módosítják a fülesedést. A textúra-vizsgálatokra nem fordítanak figyelmet, holott ezek nagyon jelentősek. A folyamat mélyebb megértését szolgálják és a nem-fülesedő lemezek fejlesztésének lehetőségét teremtik meg.

A második irányzat pusztán elméleti vizsgálódás. A kitüntetett irányítottság és a fülesedés kapcsolatával foglalkozik. Az a célja, hogy megmagyarázza, hogyan okozhatnak bizonyos jellegű textúrák meghatározott irányokban füleket. Ez a vizsgálódás megköveteli a pólusábrák és a mechanikai tulajdonságok meghatározását; sőt, ismerni kell még a fémek alakváltozási mechanizmusát is.

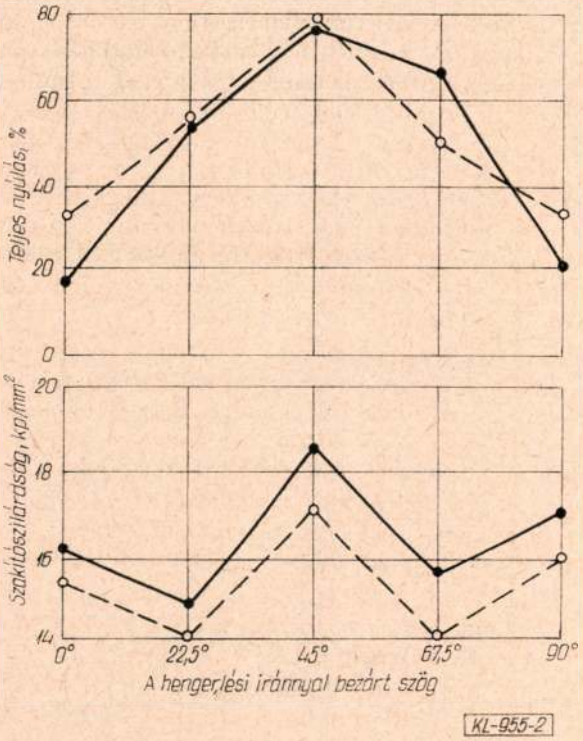
Mióta kimutatták, hogy a nagy *r*-értékű lemez jobban mélyhúzható, mint a kis *r*-értékű, a legújjabb törekvés arra irányul, hogy a lemezben olyan textúrát alakítsunk ki, mely jó mélyhúzhatóságot biztosít, de fülképződést nem okoz. A felületen középpontos, köbös (fkk) fémek esetében az ilyen ideális anyag előállítása még nagyon messze van, a térben középpontos, köbös (tkk) fémekben azonban már erősen megközelítettük ezt a kívánalmat.

A textúra és a fülesedés közötti kapcsolat

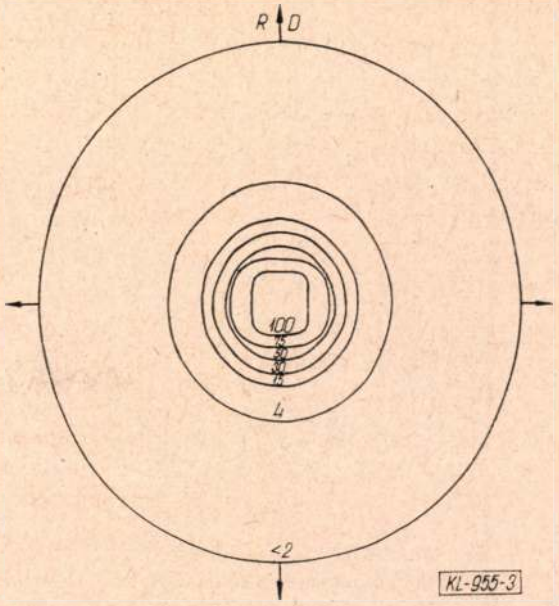
Mióta kimutatták, hogy a fülesedést a lemez textúrája okozza, ennek alapján igyekezték megmagyarázni a fülképződést. Az első lépés az volt, hogy a mechanikai tulajdonságok anizotrópiája és a fülesedés közötti kapcsolatot igyekeztek megtalálni [1]. Jól ismert, hogy a mechanikai tulajdonságok a szakítópróbatest tengelyének a hengerlési iránnyal bezárt szöge függvényében változnak. Ezt az anizotrópiát síkbeli anizotrópiának nevezik; a *2. ábrán* a Cu esetében szemléltetjük. A réznek erős kocka-textúrája van, melyhez — mint ismeretes — erős anizotrópia tartozik [2, 3]. A szakítószilárdság a 45°-os irányban a legnagyobb. Két másik, de kisebb maximuma van a 0°- és a 90°-os irányokban. A nyúlásnak is 45°-nál van maximuma de 0°- és 90°-nál minimuma tapasztalható. Mivel a fülek a kocka-textúrás anyagban 0°- és 90°-nál vannak, a nyúlás jó kapcsolatba hozható a fülesedéssel. A nyúlás minimuma a fülek irányában van, ez azonban csak kocka-textúrás anyagok esetében áll fenn. Sárgaréz esetében a fülek a maximális értékű nyúlásnál vannak, alumínium esetében a különböző szerzők eredményei nincsenek összhangban egymással [1].

Csak két jellemző mutat egyértelmű kapcsolatot a fülek helyzetével: nevezetesen az *r-érték* [4—8] és a Knoop-keménység [9]. *Az r-érték a normális irányú anizotrópia mértéke.* Ha a lemez textúrás, akkor a szakítópróbatest szélesség irányú méretváltozása különbözik a vastagság irányú méretváltozástól. Az alakváltozási hányados, az r-érték definíciója:

$$r = \frac{\ln w/w_0}{\ln t/t_0}.$$



2. ábra. Kocka-textúrás réz teljes nyúlásának és szakítószilárdságának változása a szakítópróbatest hossztengelyének a hengerlési iránnyal bezárt szöge függvényében (Köster, Sauer és Wassermann nyomán)



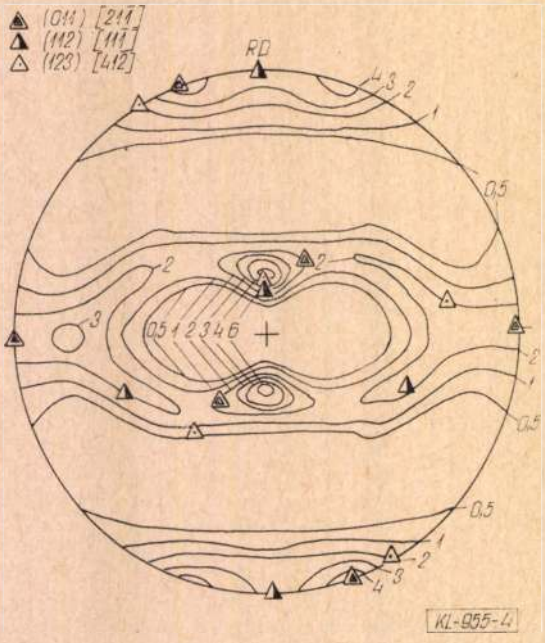
3. ábra. 2,7 súly% Al, 1,2 súly% Zn, 0,4 súly% Mn és 0,001 súly% Ca-tartalmú, 60%-os mértékben hengerelt, majd 430 °C lágyított Mg-ötvözet {0001} — pólus ábrája (McDonald és Bakarian nyomán)

Itt w_0 és t_0 a szakítópróbatest megfelelő kiinduló méretei, w és t ugyanezek a méretek a nyújtás után. Izotróp anyag esetén, mint amilyen például olyan lemez, melyben statisztikusan rendezetlenül helyezkednek el a szemcsék, az alakváltozási hányados, az r-érték = 1.

Legtöbbször a normális irányú anizotrópia síkbeli anizotrópiával is kapcsolatos. Ebben az esetben az r-érték attól is függ, hogy a szakítópróbatestnek a tengelye milyen szöget zár be a lemez hengerlési irányával.

Ha a lemezt alkotó krisztallitoknak egy meghatározott síkja párhuzamos a lemez felületével, de a krisztallitoknak nincs olyan iránya, mely a hengerlés irányába rendeződne, akkor a lemeznek csak normális irányú anizotrópiája van, míg síkbeli anizotrópiája nincs. A lemez r-értéke 1-nél kisebb vagy nagyobb, de a lemez síkjában ez az érték nem változik. A *3. ábra* [14] olyan textúrát mutat, mely a magnézium és a cirkon bizonyos ötvözeteire jellemző. (Rost-textúra, a rost-tengely a lemez normálisával esik egybe.) Mivel nincs síkbeli anizotrópia, az ilyen lemezek nem fülesednek. Ha egy olyan kristálysík — pl. az {111} vagy az {110} sík — párhuzamos a lemez felületével, melyhez nagy r-érték kapcsolódik, a lemez ideálisan jól mélyhúzható lesz. A jó és a fülesedés nélkül való alakíthatóság kettős követelménye így kielégíthető.

Ha a lemez textúrája a *4. ábrán* [15] bemutatottnak felel meg, akkor mind a síkbeli, mind a normális anizotrópia jelentkezik, és a csészén is lesz fül. A fülek mindig egybeesnek az r-érték maximumával. Ezt az összefüggést először *Baldwin, Howald* és *Ross* [16] tárgyalta 1945-ben; jóval korábban, mint ahogy *Jackson, Smith* és *Lankford* [10] publikálta első munkáját az r-értékről 1948-ban. 1948-ból származik *Krupkowski* és *Kawinski* [17] munkája is, mely a normális irányú anizotrópiával foglalkozik. Ezt a munkát is úgy kell tekinteni, mint az egyik első publikációt a témáról.



4. ábra. 96%-osan alakított, 38 μm vastagságú, kereskedelmi tisztaságú Al, {111} kvantitatív pólusábrája. A számok a térbeli orientáció megfelelő többszörösei (Grewen, Segmüller és Wassermann nyomán)

A fülesedés és a textúra közötti kapcsolatot leíró elméletek közül csak egy kielégítő: *Tucker* [18] elmélete krisztallográfiai alapokon tárgyalta az előbb említett kapcsolatot fkk fémekben. Ki tudja mutatni, hogy a radiális irányú alakváltozás a fülek irányában a legnagyobb. Később *Vieth* és *Whiteley* [4] sikerrel alkalmazta ezt az elméletet tkk fémekre.

Tucker a tárgyalásában bizonyos feltételekkel él. Az *első* feltételezés az, hogy a csésze peremében radiális húzó-, és érintő irányú nyomó-feszültségek ébrednek. A feszültség minden pontban egyforma. A normális irányú feszültség olyan kicsi, hogy elhanyagolható. A *második* feltételezés megkötést tesz a csúszási rendszer megválasztásában. Csak azok a csúszási síkok működhetnek, melyekben a legnagyobb csúsztató feszültség ébred, és ezeket a síkokat a Schmidt-törvénnyel határozhatjuk meg. *Harmadszor:* az egész próbatest egyetlen kristályból áll, és az orientációs viszonyok a mélyhúzó-művelet közben nem változnak. A *negyedik* feltétel arra vonatkozik, hogy a feszültség-alakváltozás a feszültség négyzetével arányos.

A mélyhúzás közben a radiális nyúlás meghatározásához a működő csúszási rendszert a Schmidt-törvény segítségével kell meghatároznunk. A (hkl) [uvw] csúszási rendszeren működő csúsztató feszültség:

$$\tau = \sigma(\cos x_w \cos \lambda_w - \cos x_a \cos \lambda_a)$$

Ebben a képletben σ a radiális húzó és a kerületi nyomófeszültség számszerű értéke, x_w a csúszási sík normálisa és a kiinduló darab (teríték) peremének tangenciális iránya közötti szög; λ_w a csúszási irány és a teríték érintő iránya közötti szög. x_a és λ_a a csúszósík normálisának, valamint a csúszás irányának és a lemez azon irányának szöge — a jelölésnek megfelelően —, mely irányban a radiális nyúlást meg akarjuk határozni. A radiális nyúlást a következő egyenletből lehet számítani:

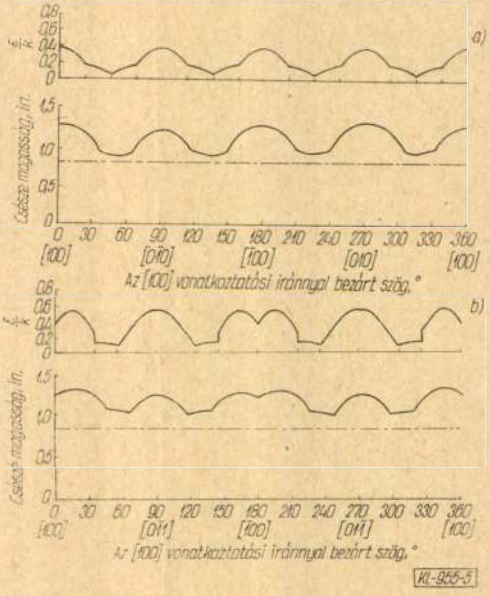
$$\varepsilon/k = (\varepsilon_w - \varepsilon_a)^2 \cdot |\cos x_a|$$

A k tartalmazza σ^2-et és a feszültség-alakváltozás görbe arányossági tényezőjét. $\varepsilon_w = \cos \lambda_w \cdot \cos x_w$ és $\varepsilon_a = \cos x_a \cos \lambda_a$ jelentik az érintő- és radiális megnyúlás-összetevőket. Ha egyszerre több síkban ébred maximális csúsztató-feszültség, az átlagos nyúlás számítható.

Tucker fkk rendszerű fémekben 12 lehetséges csúszási lehetőséggel számolt {111}⟨110⟩, míg Vieth és Whiteley mind a szokásos csúszásra, mind a „pencil"-csúszásra vonatkozóan meghatározták a radiális nyúlást tkk fémekben. A szokásos esetben, az ⟨111⟩ irány a csúszási irány és a lehetséges {110}, {112} és {123} csúszósíkok közül választottak. Ez 48 különböző csúszási rendszert jelent. A „pencil"-csúszásnál a csúszási irány ismét az ⟨111⟩ irány, a csúszási síkok az ⟨111⟩ zónához tartoznak, de krisztallográfiailag nem meghatározottak.

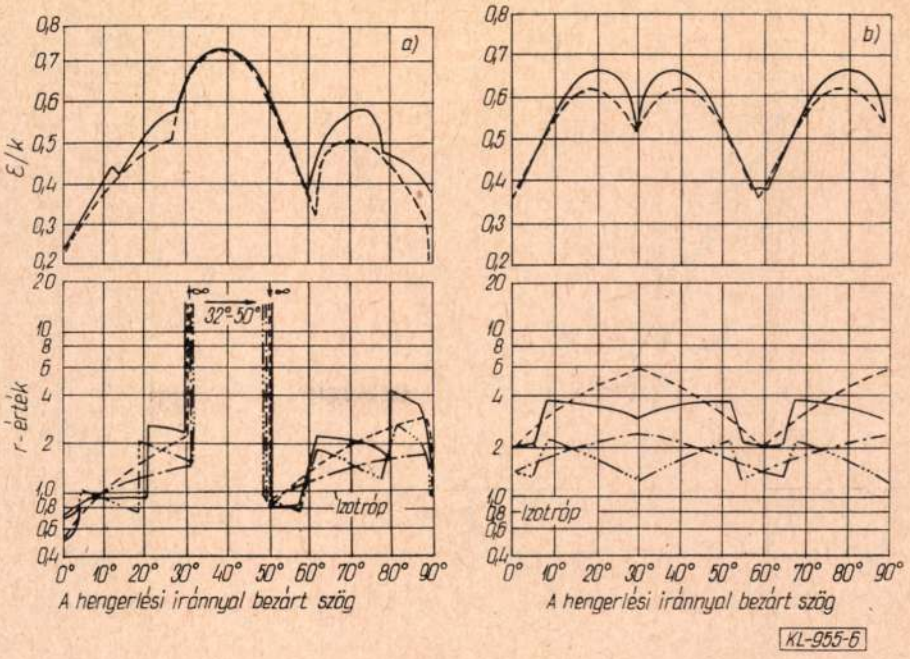
Az *5. ábra* az fkk fémekre vonatkozó eredményeket mutatja. Az ábrák felső részén az ε/k radiális megnyúlás van feltüntetve a vonatkoztatási iránytól való szögelfordulás függvényében. Az alsó részen az Al-egykristályokon meghatározott eredmények láthatók. Az 5a ábra olyan kristályra vonatkozó eredményeket idéz, melynek (001)-síkja a lemez síkjában fekszik és az [100] irány pedig a vonatkoztatási irányba mutat. Ugyanúgy, mint kockatextúrás polikristályos anyagok esetében, négy fül keletkezett, 0°, 90°, 180° és 270°-nál, az [100] vagy a hengerlési irányhoz képest. A számított és a mért profilok közötti egyezés nagyon jó. A másik példa (5b ábra) arra az esetre vonatkozik, amelyben az (111)-sík esik bele a lemez síkjába. Ebben az esetben is megfelelő az egyezés.

A *6. ábra* a tkk fémekre vonatkozó eredményeket mutatja [4]. Ebben az esetben nem csak a radiális



5. ábra. Az ε/k számított radiális megnyúlás és a csészemagasság változása az [100] vonatkoztatási iránnyal bezárt szög függvényében fkk fémekre (Tucker nyomán)

a) (001) sík párhuzamos a lemez síkjával
b) (111) sík párhuzamos a lemez síkjával



6. ábra. Az ε/k számított radiális megnyúlás és a csészemagasság változása a hengerlési iránytól mért szög függvényében tkk fémekre és ötvözetekre

a) (112) [110]-orientáció; *b)* (111) [$\bar{1}$10]-orientáció; (*k* számítása: 48 csúszási rendszer: „pencil" csúszás: *r*-érték: 48 csúszási rendszer orientáció változás nélkül; orientáció változással; „pencil" csúszás orientáció változás nélkül; orientáció változással (Vieth és Whiteley nyomán)

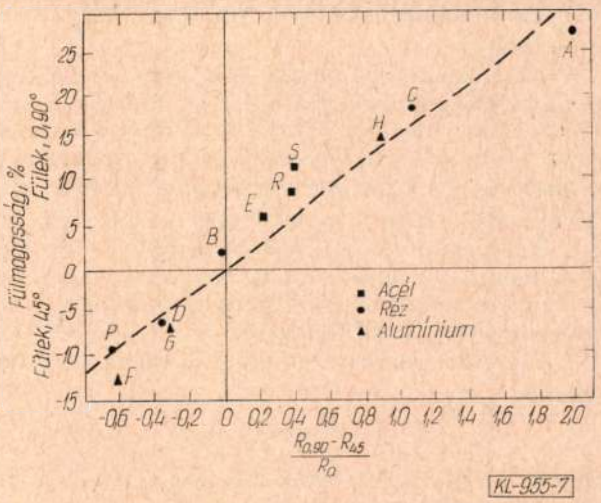
megnyúlásokat, hanem az *r*-értéket is meghatározták. Világosan látható, hogy az *r*-érték maximuma egybeesik. Az eredmények (112) [$\bar{1}$10] (6a ábra) és (111) [$\bar{1}$10] (6b ábra) orientációkra vonatkoznak. Ezek az acél mélyhúzásakor fontosak; ismét jó az egyezés a számított és a mért görbék között. A különböző alakú görbék a különböző eseteknek felelnek meg, azaz a 48 csúszási rendszer szerinti vagy a „pencil" csúszásnak megfelelő esetekben látható a radiális megnyúlás. Az *r*-értékre vonatkozóan két görbe látható: Az egyik eset arra vonatkozik, mikor a nyújtás közben az orientáció nem változik. A másik görbe esetében az orientáció megváltozik. Az ábrákból nyilvánvaló, hogy az *r*-értéket és a radiális nyúlást elsősorban a krisztallitok, vagy a kristályok orientációja és a csúszási rendszer jellege határozza meg — szokásos vagy pencil-csúszás nem jellemző. Az elméletileg számított és a mért *r*-értékek közötti összehasonlításból azonban nyilvánvaló, hogy egykristályok esetében az orientáció változásával járó pencil-csúszás jobb eredményeket adott, mint bármely más megoldás.

A fülesedést a Δr számmal is lehet jellemezni. Az 1. ábra mutatja, hogy definíció szerint Δr pozitív a 90°-os fülesedés esetében, míg 45°-os füleknél negatív [19]. Az abszcissza az alakváltozási hányados; az ordináta a szakítópróbatest tengelye és a hengerlési irány közötti szög. A Δr a 0° és 90°-nál levő *r*-értékeken át húzott egyenestől való legnagyobb eltéréssel egyenlő. Minél nagyobb Δr, annál kifejezettebb a fülesedés. A $\Delta r = 0$ esetben csak normális irányú anizotrópiát lehet megfigyelni, mivel az *r*-érték 1-nél nagyobb.

Több helyen is megtalálhatjuk [16], [7], [8], hogy a fülek magassága az *r*-érték növekedésével arányosan nő, Cu, Al és acél esetében *(7. ábra)*. Hasonló eredményt adtak a rézen és sárgarézen elért eredmények, de a görbék meredeksége némileg függött az összetételtől [8].

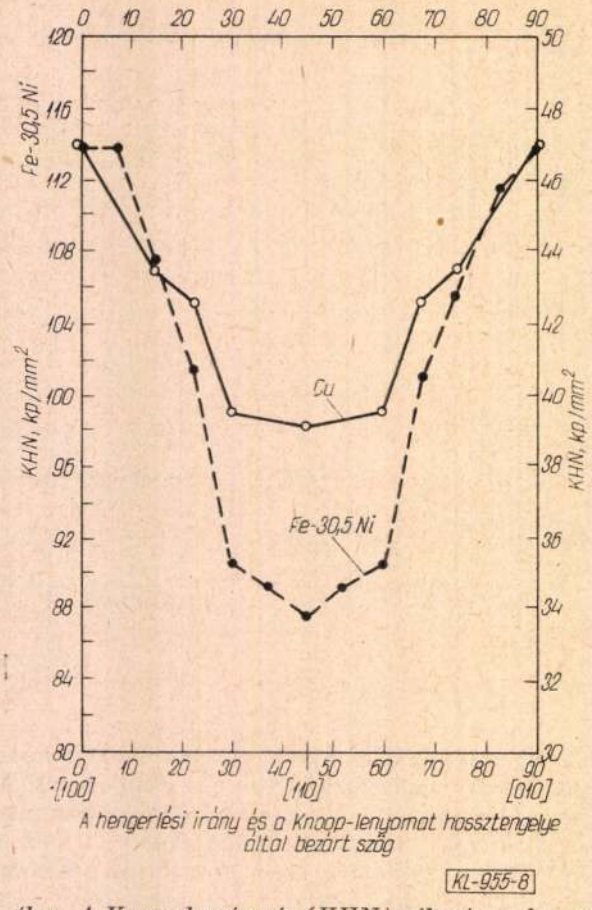
A Knoop-féle keménység-vizsgálattal ugyancsak egyszerűen meghatározhatjuk egy adott lemez füleinek helyzetét [9]. A *8. ábra* kocka-textúrás rézre és Fe-Ni-re vonatkozó eredményeket mutat. A *KHN* Knoop-keménységet ábrázoltuk a Knooplenyomat hossztengelye és a hengerlési irány által bezárt szög függvényében. A keménység legnagyobb értéke ott van, ahol a hosszirányú átló párhuzamos a fülek keletkezésének irányával. Kocka-textúrás lemezek esetében ez az irány a hengerlési- és keresztirány.

A mélyhúzhatóság mellett nagyon fontos például sárhányók esetében egy meghatározott irányban a nagy nyújthatóság [20]. Ebben az esetben nemcsak az a követelmény, hogy a lemez síkjában minden irányban nagy legyen az *r*-érték, de az is, hogy legyen egy olyan irány, ahol a viszonylag nagy *r*-értékkel nagy nyújthatóság is párosul. Ilyenkor a fülképződés kihasználható. Az elv gya-



7. ábra. A fülmagasság és az r-érték százalékos változása közötti összefüggés

Az *r* értéket a 20%-os megnyúláshoz tartozó méretváltozásokból határozták meg (Butler és Wilson nyomán)



8. ábra. A Knoop-keménység (KHN) változása a hengerlési irány és a lenyomat hossztengelye által bezárt szög függvényében, 30,5 súly% Ni és Cu tartalmú Fe esetében (Grzesik nyomán)

korlati alkalmazását gátolja, hogy a lemezt mélyhúzott gyártmányok készítésére lehetőleg teljesen felhasználjuk.

Az LDR-érték és az r-érték

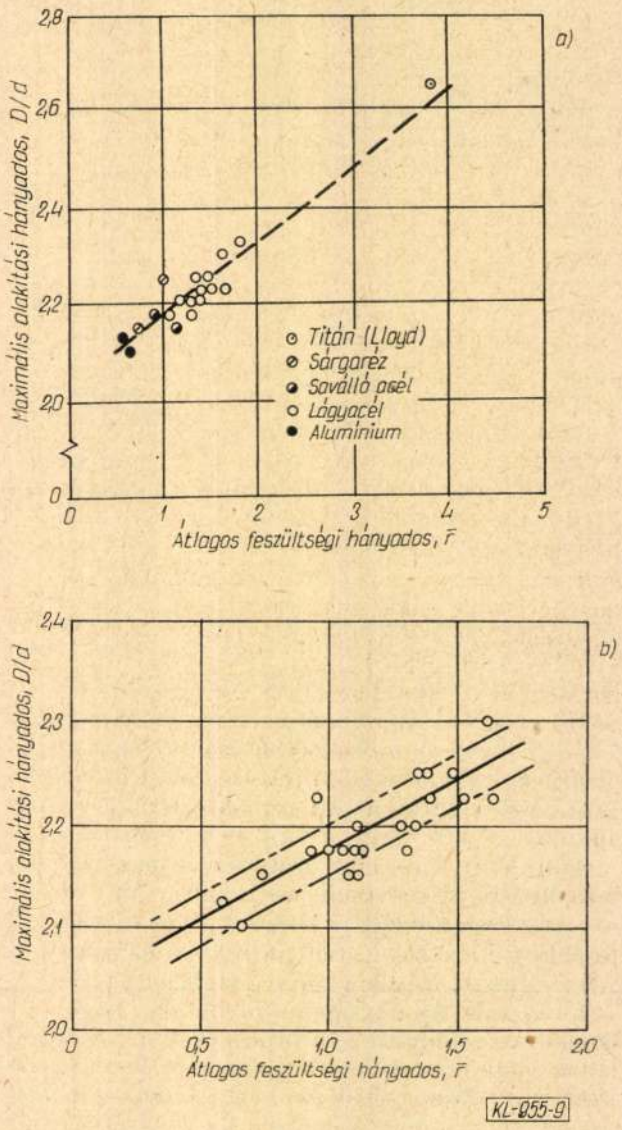
A lemezeket feldolgozó ipar erőfeszítései nemcsak arra irányulnak, hogy nem-fülesedő lemezt dolgozzanak fel, hanem arra is, hogy jól mélyhúzható lemezzel dolgozzanak, mely a lemezek r-értékének növelésével és így a textúra szabályozásával érhető el.

A β_{max} *legnagyobb húzási hányados* (az LDR = Limiting Deep Drawing Ratio), $\beta_{max} = (D/d)_{max}$-szal fejezhető ki, ahol D a teríték átmérője, d a csésze vagy a húzófej átmérője [11]. Akkor maximális a húzhatóság, ha a húzáshoz szükséges terhelés valamivel kisebb, mint a csésze fenekén a húzófeszültség. Egy valamivel nagyobb átmérőjű teríték esetén a lemez már felszakadhat. A *9. ábra* azt mutatja, hogy a maximális húzhatóság az átlagos r-értékkel együtt nő a különböző anyagok esetében [11, 5, 7, 21]. Az $\bar{r}$-értéket a következőképpen lehet definiálni:

$$\bar{r} = 1/4(r_0 + 2r_{45} + r_{90}),$$

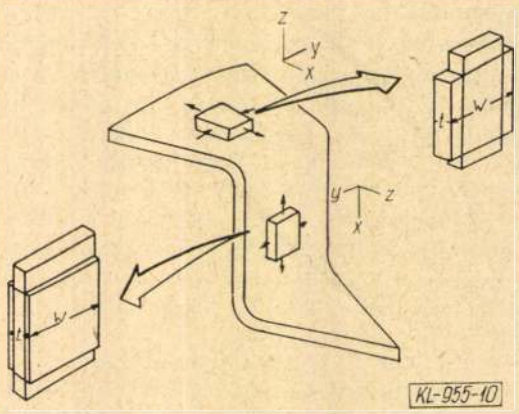
ahol r_0, r_{45} és r_{90} az r-értékeket jelenti a hengerlési irányban, illetve ahhoz képest 45° és 90° alatt mérve.

Whiteley [11], valamint *Backofen* és *Hosford* [22] egymással teljesen egyezően magyarázzák az r-érték hatását a legnagyobb húzási hányadosra. A *10. ábra* azt mutatja, hogy a perem húzó- és nyomófeszültség hatása alatt változtatja alakját



9. ábra. Az F-érték és a D/d legnagyobb húzási hányados közötti összefüggés különböző anyagokra;

a), b) acél. A 9/b ábrában a —.—.— vonal a kísérleti hibahatárokat jelöli (Whiteley nyomán)



10. ábra. A csésze falának és a peremének deformációja mélyhúzás közben. Síkbeli feszültségi állapot, amely $d\varepsilon_z = 0$-val jellemezhető a peremben és $d\varepsilon_y = 0$-val a falban (Holcomb és Backofen nyomán)

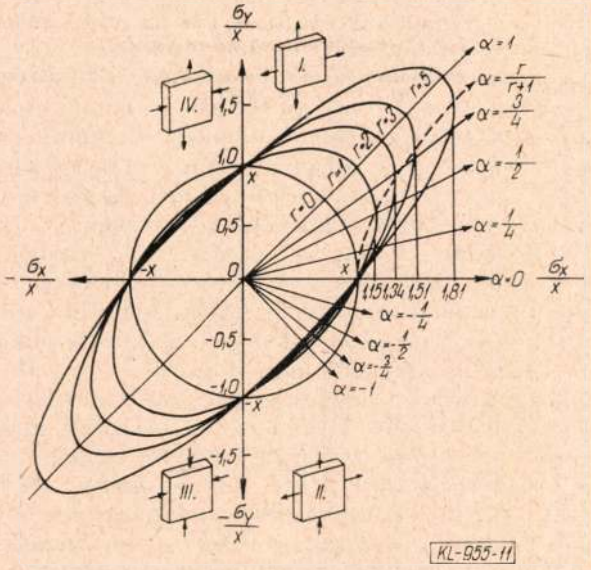
[24]. A lemez vastagsága majdnem állandó és így síkbeli feszültség-állapot uralkodik. A húzófej környékén a feszültség kéttengelyű húzás, és mivel a bélyeg hátráltatja a kerületi irányú alakváltozást, a feszültségállapot itt is síkbeli. Ezért a mélyhúzáskor kétféle terület van, ahol síkbeli feszültségi állapot áll fenn.

Azt az esetet, amikor egy lemezben, melynek a lemez normálisához képest forgás-szimmetrikus textúrája van, síkbeli feszültség-állapot uralkodik, *Hosford* és *Backofen* [22, 23] elemezte, a *Hill*-féle elmélet alapján [25]. A *11. ábra* a folyási helyeket mutatja különböző r-értékek esetében, más szóval a normális irányú anizotrópia növekedése függvényében. Az $\alpha = \sigma_y/\sigma_x$ feszültség-hányados a különböző terhelési feltételeknek felel meg. $\alpha = 1$ például annak az esetnek felel meg, amikor a feszültségek az X és az Y irányban megegyeznek.

Az izotróp esetre ($r = 1$) vonatkozó ellipszis nagytengelye az r-érték növekedésével egyre hosszabb feszültség kell a folyás megindulásához az I. negyedben. Az r-érték hatása növekszik a feszültséghányadossal. A legnagyobb az $\alpha = r$, $r+1$, $d\varepsilon_y = 0$ esetben, mely a síkbeli feszültség-állapotnak felel meg. A csésze falában az alakváltozás a síkbeli feszültségállapot ezen eseteinek felel meg. A II. negyedben fordított a helyzet. Itt, a folyás megindulásához szükséges feszültség csökken az r-érték növekedésével. Ez az eset a csésze peremén, ahol $\alpha = -1$ és $d\varepsilon_z = 0$. Az r-érték növekedésével együttjáró feszültségnövekedést *textúra-keményedés*nek, a feszültség-csökkenést *textúra-lágyulás*nak nevezzük.

Az is lehetséges, hogy a folyási helyeket csövek terhelésével határozzuk meg, külső vagy belső nyomás esetére [26], az egytengelyű és a síkbeli feszültségállapotot összekapcsoló vizsgálattal [23, 26], vagy a Knoop-keménység mérésével [28].

A húzhatóságot a mélyhúzó folyamat két jellemző tartományának, a csésze peremének és falának plasztikus deformációjához szükséges terhelések vagy feszültségek aránya szabja meg. Ha a



11. ábra. A folyási helyek síkbeli feszültségállapot esetében, forgásszimmetrikus textúrát figyelembe véve

A forgástengely a lemez z iránya (Hosford és Backofen nyomán)

fal felszakad a csésze fenekének közelében, akkor azt mondhatjuk, hogy a peremben ébredő feszültség a szakadást okozó feszültséggel egyenlő. Mint ahogy a 11. ábra mutatja, az r-érték mindkét feszültségre hat. A perem feszültségi állapota a II. negyednek felel meg és ezért a húzó feszültségek csökkennek az r-érték növekedésével. A csésze falában a feszültségi állapot az I. negyed feszültségállapotának felel meg, így a feszültségek az r-érték növekedésével együtt nőnek. Az r-érték növekedésével ezért a húzási feszültség csökken és a fal szilárdsága nő. A peremre vonatkozó feszültségviszony $\alpha = -1$, s a falra vonatkozó pedig $\alpha = r/r+1$

A legnagyobb húzási hányados és az r-érték közötti összefüggés megtalálható több helyen is [11, 22], [29] ezek szerint a $\sigma_{dr\,max}$ a maximális húzási feszültség, megegyezik a fal σ_{br} szakítófeszültségével:

$$\sigma_{dr\,max} = \sigma_{br}$$

A maximális húzási feszültséget a következő kifejezés adja meg

$$\sigma_{dr\,max} = (1+\eta)\sqrt{\frac{2(1+\bar{r})}{1+2\bar{r}}} \cdot k_f \cdot \ln\left(\frac{D}{d}\right)$$

Itt az η a súrlódási együttható, a négyzetgyökös kifejezés az X-hez viszonyított relatív feszültség általános formája, vagyis σ_x/X, és K_f egyirányú nyújtáskor a folyási feszültség. Az $\eta = 0{,}2$—$0{,}3$ a mélyhúzáskor, D és d a teríték illetve a csésze átmérője.

A szakító feszültséget a következő formula adja meg:

$$\sigma_{br} = \sqrt{\frac{(1+2\bar{r})^2}{1+2r}} \cdot k_f$$

A négyzetgyökös kifejezés ismét a σ_x/X általános formája. A $\sigma_{dr\,max} = \sigma_{bp}$ esetre a következőt kapjuk:

$$\ln\left(\frac{D}{d}\right)_{max} = \frac{1}{1+\eta}\sqrt{\frac{r+1}{2}}$$

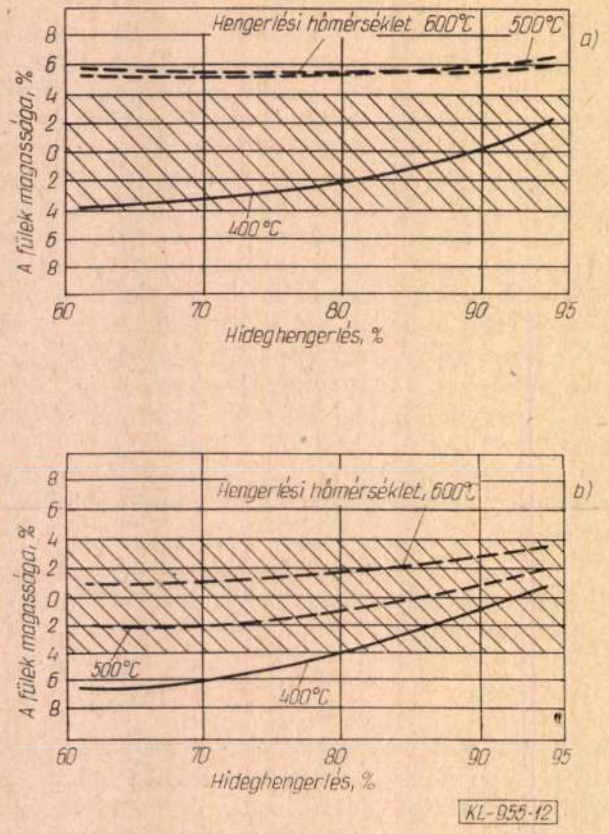
Ez az összefüggés világosan mutatja az r-érték és a legnagyobb húzási hányados közötti összefüggést.

Meg kell jegyeznünk evvel kapcsolatban, hogy mind a *Hill*-elméletet, mind annak alkalmazását [30], melyet fentebb írtunk le, illetve a mélyhúzás közben fellépő feszültségállapot általunk is leírt jellegét [29] kritizálták.

A textúra hatása a fülesedésre

Oly sok eredmény vonatkozik a fülesedés és textúra közötti kapcsolat jellemzésére, hogy itt csak néhány alapvető és alumíniumra vonatkozó példára hivatkozunk, már csak azért is, mert az alumínium az egyik legfontosabb fém a mélyhúzóipar számára. (A fülesedésre és a textúrákra vonatkozó 1962-ig megjelent, alumíniumra vonatkozó munkákat egyébként [1] foglalja össze; az újabbakat, 1967-ig a [31] közlemény. Újabb, nikkellel és nikkel-ötvözetekkel kapcsolatos munkák találhatók [32]-ben, és sárgarézre vonatkozóak [32] és [8]-ban.)

Az alumínium esetében a fülesedés csak akkor vált problematikussá, mikor a kokillába való ön-



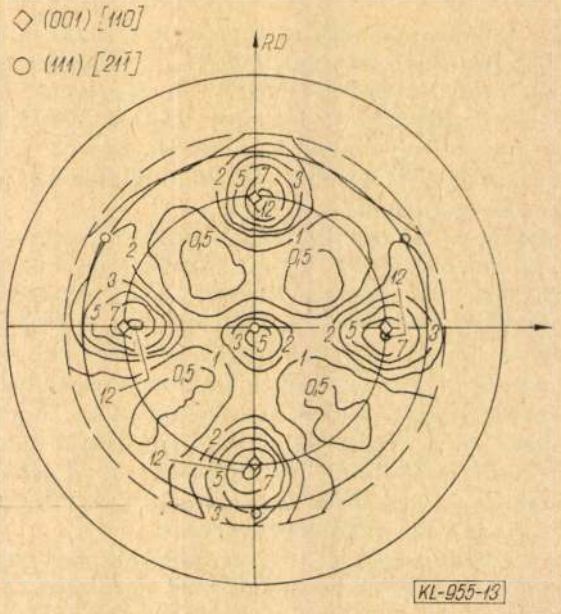
12. ábra. A fülesedés, az Fe/Si-hányados, a meleghengerlési hőmérséklet és a végső 400 °C-os lágyítás előtti hideghengerlési fogyás közötti kapcsolat. (Hőntartás 1 óra) Sraffozott terület megengedhető fülesedés (Hug nyomán)

a) Fe/Si 3/1; 0,61 súly% Fe, 0,20 súly% Si
b) Fe/Si 1/3; 0,20 súly% Fe, 0,58 súly% Si

tést felváltotta a sokkal gazdaságosabb folyamatos öntés. Váratlanul, a fülek nemcsak nagyobbak lettek, hanem a gyártási körülményektől való érzékenység is megnövekedett. Mégis lehetséges volt, hogy a fülesedést különleges gyártási módszerekkel szabályozzák, vagy avval, hogy az ötvözetek összetételét egy meghatározott tartományon belül tartották. A döntő lépés a *Fe/Si*-viszonyban végrehajtott változtatás volt, a szilícium javára, melyet először *Hug* javasolt [34].

Legtöbbször megvan annak a lehetősége, hogy térbelileg rendezetlen orientációjú szemcsékből álló lemezt gyártsunk. Az ilyen lemezek nem fülesednek; fkk-fémekben ezt legtöbbször a 45° és a 90°os fülesedés közötti állapottal sikerül biztosítani.

Gyakorlati szempontból általában elegendő annak a vizsgálata, hogy a technológiai változások hogyan hatnak a fülesedésre, és így megtalálni a legkedvezőbb gyártási módszert. Egy kereskedelmi alumínium-ötvözetre vonatkozó eredmények láthatók a *12. ábrán*. A változó az Fe/Si hányados, a meleghengerlési hőmérséklet, valamint a hideghengerlési fogyás volt. A fülek elhelyezkedése és magassága erősen függ a felsorolt változóktól. A *0* magasságú fülek esetében a kétféle fülesedés között egyensúly van; a sraffozott területen belül a fülesedés mértéke megengedhető. Az ilyen vizsgálatoknak nem lehet az a célja, hogy egyetlen hengerlési hőmérsékletet és fogyást kiválasszunk, melyek esetében a fülesedés elkerülhető. Sokkal in-

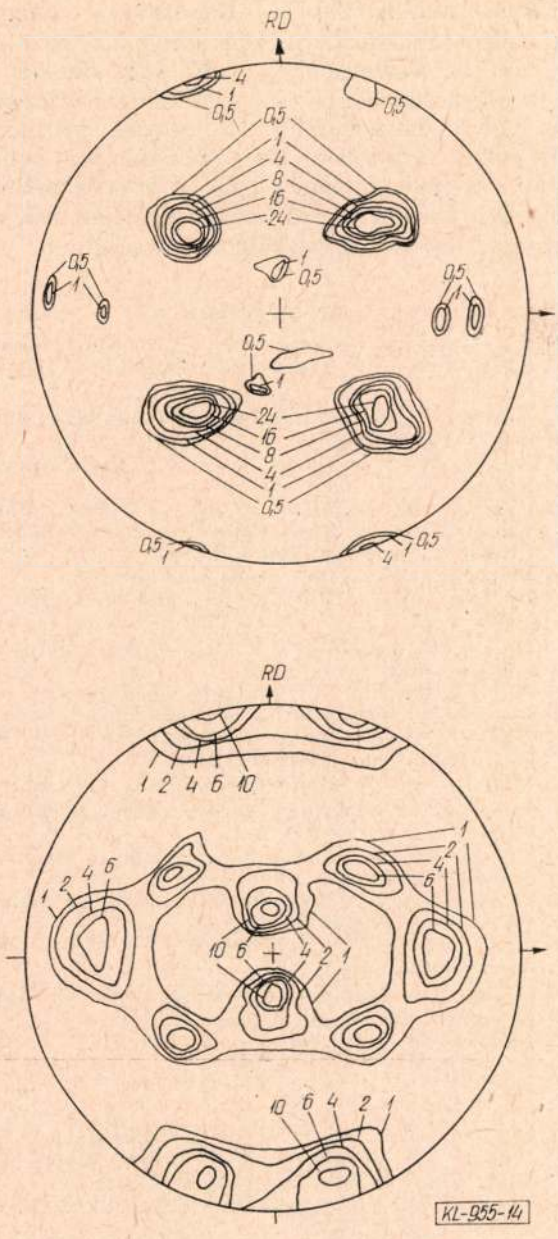


13. ábra. Alumínium lemez felületi textúrájának kvantitatív {111} pólusábrája. A hidegalakítás mértéke 94%, a lemez vastagsága 0,45 mm. A hengerlés kenés nélkül történt. (Regenet és Stüwe nyomán)

kább arra kell törekedni, hogy a fentebb említett tényezőktől való legkisebb függést adó értékeket állapítsuk meg. Ez elérhető például az 500 °C-on való hengerléssel, de már 400 °C-on való hengerléssel nem. Ha a gyártási körülményeket nagyon pontosan kell tartani, a kis fülesedési hajlamú termék gyártása sokkal drágább és körülményesebb lesz, mintha arra törekednénk, hogy a fülek helyzete és magassága ne nagyon változzon a technológiai változásokkal. A kutatás akkor lesz gazdaságos, ha olyan vizsgálatot végzünk, mely arra ad választ, hogy a különböző textúrák miért okoznak füleket, illetve hogy melyek azok a feltételek, melyeknél a kedvező textúrák keletkeznek.

A textúrára vonatkozó következtetéseket nem vonhatunk le a fül-görbékből. A 45°-os füleket ugyanis különböző típusú textúrák okozhatják. A 45°-os fülek magasságának csökkenését a textúra mennyiségi változásai is okozhatják. Ilyen hatása van például a 90°-os füleket okozó textúrakomponens növekedésének, éppen úgy, mint a térbeli orientációnál. Ezen túlmenve, az alumíniumlemezek textúrája erősen inhomogén. A lemez felületén egészen más jellegű a textúra, mint a lemez közepén (lásd például a 4. és 14. ábrát). A fülek magasságát a textúrák eredője határozza meg.

A textúrát pólusábrák segítségével tanulmányozhatjuk. A *4.*, *13.* és *14. ábrán* különböző típusú alumínium-textúrák láthatók. A 4. ábra szerinti textúra megfelel a hidegen alakított lemez szokásos textúrájának a lemez közepében [15]. Hasonló textúrája van egyes lemezeknek a meghatározott körülmények között végzett lágyítás után [36, 37] is. A 14a ábrán egy nagyon jellegzetes újrakristályosodási textúra, az ún. *kocka-textúra látható* [38]. A legtöbb esetben csak az anyag egy része lesz kocka-textúrás; az ilyen textúra hányada azonban folyamatosan növekszik a szemcsedurvulás közben. A hengerlési textúra 45°-os fülekhez vezet. A kocka-textúrás lemez ezzel szemben 90°



14. ábra. Alumínium-lemezek kvantitatív {111}-pólusábrái (Grewen és v. Heimendahl nyomán)

a) kocka-textúra tiszta Al-ban (99,99%), 99%-os alakítás, 400 °C-on 5 percig lágyítva. *b)* 99,5-ös Al, 0,15 súly% Fe-vel és 0,34% Si-mal, 94%-os mértékben hidegen alakítva és 400 °C-on 4 óráig lágyítva

alatt fülesedik, mint azt korábban megjegyeztük. A kocka-textúra a nagyon tiszta anyagokra jellemző. Kis szennyező-tartalmú ötvözetekben a kocka-textúra mellett kis mértékben mindig megmarad a hengerlési textúra is (vö. a 14b ábrával) [37]. A két textúra aránya nagyon különböző lehet; már 30%-nyi kocka-textúra 90°-os fülesedéshez vezet [39].

Lágyítás közben is kialakulhat az alakítási textúrához teljesen hasonló jellegű textúra. Lehetséges, hogy ez a textúra lágyulás közben újrakristályosodás nélkül alakul ki, de kialakulhat primér újrakristályosodás közben is [40, 37, 41]. Az első esetben az alakítási keményedés szubszemcsék keletkezése közben szűnik meg, illetve a szubszemcsék növekedése közben, ezt nevezzük *in situ újrakristályosodás*nak. A második esetben normális újrakristályosodással van dolgunk. Az egyes kristályok orientációja úgy változik meg, hogy az egész textúra mégis a korábban meglevőhöz fog hasonlítani. Ezt a mechanizmust először *Beck* és *Hu* [40] írta le; *helyi újraorientálódás*nak hívjuk. Az in situ újrakristályosodást és a primér újrakristályosodást csak elektronmikroszkópos vizsgálatokkal lehet megkülönböztetni.

A 12. ábrából látható, hogy a lemezek 90° alatt fülesednek, ha kicsi volt a hengerlési hőmérséklet és az alakváltozás mértéke; és 45° alatt, ha az előbb említett két jellemző értéke nagy volt. Az egyik fülesedési helyzetből a másikba való átmenet a kocka-textúrának és a visszamaradt alakítási textúrának a változásával hozható összefüggésbe. Abban az esetben, ha a lemezt 600 °C-on melegen alakítjuk, a lágyítás kimondottan a visszamaradt alakítási textúra fejlődéséhez vezet, míg alacsonyabb hőmérsékleteken kimondottan a kocka-textúra a domináns. Az *Fe/Si* hányados *1/3*-ról *3/1*-re való változása a visszamaradt alakítási textúra hányadának növekedését okozza. Evvel párhuzamosan, a 90°-os fülek kisebbek lesznek kisebb hengerlési hőmérsékletnél és a 45°-os fülek nagyobbak lesznek nagyobb hengerlési hőmérsékletnél.

Miért okoznak ilyen nagy változást a lágyítási textúrában az *Fe/Si*-hányados, a melegalakítási hőmérséklet és a hideghengerlés körülményeinek változásai? Ez azzal függ össze, hogy mind a kockacsírák növekedése a primér újrakristályosodás során, mind a kocka-textúra hányadának növekedése a primér újrakristályosodás utáni szemcsedurvuláskor nagyon érzékeny a zavarokra [40, 42, 36, 43, 41]. A kocka-textúra kifejlődéséhez elengedhetetlen feltétel a hidegalakítás előtti finom szemcseméret, a szemcseméret kis szórása, valamint az, hogy az alakítási textúra homogén legyen. Ilyen kiinduló anyagot folyamatosan öntött alumíniumból nem lehet előállítani. A szemcseméret a legtöbb esetben igen nagy. Sőt, a nagy oszlopos kristályok, melyek a folyamatosan öntött anyagra jellemzőek, az alakítási textúrában inhomogenitást okoznak. Ezért jelentkeztek azok a fülesedési problémák, melyek a folyamatos öntés bevezetése előtt nem léteztek.

A primér újrakristályosodás közben a kocka-textúra és a visszamaradt alakítási textúra tökéletesedik. Ha nincs jelen második fázis, a kocka-textúra hányada az időben növekszik [44]. Ha a szemcsedurvulást a második fázis részecskéi gátolják, akkor a kisebb tisztaságú anyagban a kocka-textúra hányada kisebb lesz, mint a nagyobb tisztaságú anyagban. Ez a tény nagyobb mértékű 90°-os fülesedéshez vezet a tisztább anyagban, mint a kevésbé tisztában.

Az oldott szennyező — például a vas [45] — szintén gátolhatják a szemcsedurvulást. Az *Fe* oldhatósága az alumíniumban nagyon kicsi. Maximális értéke 655 °C-nál van, értéke 0,052 súly%. 450 °C-nál az oldhatóság csak 0,0015 súly%. A vas nagyon hajlamos arra, hogy túltelített oldatban legyen jelen [46—48]. Ez sokkal jellemzőbb a gyorsan hűtött, folyamatosan öntött anyagokra, mint a sokkal lassabban dermedő, kokillába öntött anyagokra. Ez a tény további oka annak, hogy a

fülesedés miért lett probléma a folyamatos öntés bevezetés után.

Az említett eredmények azt mutatják, hogy újrakristályosodás közben a kocka-textúra különböző mértékben fejlődhet ki. A szemcsedurvulás függ a hidegalakítás előtti szemcsemérettől, az öntött anyag homogenitásától és a részecskéktől; legyenek azok oldatlanok vagy oldottak. A másik oka annak, hogy a kocka-textúra átvált visszamaradt alakítási textúrába az, hogy a primér újrakristályosodást felváltja az insitu újrakristályosodás. A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a szilárd oldatban levő vas gátolja a nem folyamatos szubszemcse-növekedést, mely végül is a primér újrakristályosodás számára a csírát jelentené [36, 37, 31, 49, 41]. A primér újrakristályosodás helyett, a folyamatos szubszemcse növekedés az alakítási keményedés visszamaradását okozza és az alakítási textúra nem változik. A folyamatot a hidegalakítás mértékének növekedése elősegíti. Ezért az alakítás mértékének növekedésével a 90°-os fülek 45°-osakba váltanak; különösen nagy alakítási hőmérséklet esetében, mely megakadályozza a vas precipitálódását a hidegalakítás előtt.

Egy túltelített, 0,043 súly% Fe-t tartalmazó, alakított alumíniumon végzett kísérletek [51] megmutatták, hogy a precipitálódás előtti szubszemcse-képződés esetén az Fe-atomok a szubszemcsehatárokon precipitálódnak [51, 52]. Lehetséges, hogy a szubszemcse-határokat rögzítik a részecskék, de ha a részecskék durvulnak, a folyamatos szubszemcse-durvulás megindulhat. A Zener-feltétel [53] megadja a részecske-méret, azok térfogathányada és a szemcsehatár-mozgékonyság közötti kapcsolatot. A primér újrakristályosodás akkor lehetséges, ha a precipitálódás azon mechanizmus előtt indul meg, mely a diszlokációk számának csökkenéséhez vezet.

Ha szilíciumot adunk az ötvözethez, a vas a sziliciummal együtt precipitálódik (lásd [46, 47, 54]), és normális újrakristályosodás zajlik le az in situ újrakristályosodás helyett. Ez a körülmény a 45°-os fülek háttérbeszorulásához, és a 90°-os fülek növekedéséhez vezet. Bizonyos hideg- és meleghengerlési feltételek mellett olyan tulajdonságú lemez keletkezik, mely egyáltalán nem fülesedik. Ez látható a 12. ábrából is.

Ha a Fe feleslegben van az 500—600 °C-os meleghengerlési hőmérsékleten, akkor a fülesedés 45°-os, és a fülek igen nagyok. Olyan ötvözet, melyben több az Fe, mint a Si, szokásos volt, mikor a folyamatos öntést először bevezették; a magasabb hengerlési hőmérséklet előnyösebbnek mutatkozott.

Ha több a Si, mint az Fe, akkor a fülek nagyon kicsik. Mivel azonban a fülek magassága erősen változik a hidegalakítás mértékének függvényében, a kis fülesedési hajlamú lemez gyártásának követelménye az, hogy az *Fe/Si*-hányados kisebb legyen, mint 1; továbbá az, hogy a Si feleslegben legyen. Az 500—600 °C-os melegalakítási hőmérséklet, valamint a 80—90%-os hidegalakítási fogyás további feltételek.

A fentebb leírt út nem az egyetlen módja annak, hogy fülesedés nélkül húzható lemezt gyártsunk, sok esetben — például — a melegalakítás előtti lágyítást is alkalmazzák [55]. Ráadásul, a technológiai változók közötti nagyon bonyolult összefüggéseket, az összetételben való változásokat, a textúra keletkezését és a lágyulás alatti folyamatokat jobban megismertük. Ez azonban szükséges volt annak érdekében, hogy példaképpen bemutassuk, hogyan és miért lehet fülesedés nélküli, mélyhúzott terméket előállítani egy olyan sok nehézséggel járó anyagból, mint az alumínium.

IRODALOM

[1] *Wasserman, G.—Grewen, J.:* Texturen metallischer Werkstoffe, Springer-Verlag, Berlin 1962, 2. Aufl.
[2] *Köster, W.:* Mitteil. schweiz. Verband Materialprüfung *7* (1927) 40.
[3] *Sauer, R.—Wassermann, G.:* Z. Metallkde. *60* (1969) 428.
[4] *Vieth, R. W.—Whiteley, R. L.:* 3rd Intern. Colloquium of Inst. of Sheet Metal Engng., Intern. Deep Drawing Res. Group, London 1964.
[5] *Whiteley, R. L.:* Trans. ASM *52* (1960) 154.
[6] *Whiteley, R. L.:* Blast Furnace and Steel Plant *48* (1960) 1245.
[7] *Wilson, D. V.—Butler, R. D.:* J. Inst. Metals *90* (1961/62) 473.
[8] *Dürrschnabel, W.:* Z. Metallkde. *60* (1969) 813.
[9] *Grzesik, D.:* publikálatlan eredmények.
[10] *Jackson, L. R.—Smith, K. F.—Lankford, W. T.:* Met. Techn. Aug. (1948) TP 2440.
[11] *Whiteley, R. L.:* 9th Sagamore Conf., AMRA, Fundamental of deformation processing, University Press, Syracuse 1964, 183. old.
[12] *Truszkowski, W.:* Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences *15* (1967) 717.
[13] *Truszkowski, W.:* Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences *15* (1967) 805.
[14] *McDonald, J. C.—Bakarian, P. W.:* Trans. Met. Soc. AIME *233* (1965) 95.
[15] *Grewen, J.—Segmüller, A.—Wassermann, G.:* Arch. Eisenhüttenw. *29* (1958) 115.
[16] *Baldwin, W. M.—Howald, T. S.—Ross, A. W.:* Trans. AIME *166* (1946) 86.
[17] *Krupkowski, A.—Kawinski, S.:* J. Inst. Metals *75* (1948) 869.
[18] *Tucker, G. E. G.:* Acta Met. *9* (1961) 275.
[19] *Whiteley, R. L.—Wise, D. E.:* Flat Rolled Products, Conf. AIME Chicago 1962, 47 old.
[20] *Lloyd, D. H.:* Sheet Metal Ind. *39* (1962) 6/82.
[21] *Wilson, D. V.:* Met. Rev. *14* (1969) 175.
[22] *Hosford, W. F.—Backofen, W. A.:* 9th Sagamore Conf. AMRA Fundamental of deformation processing, University Press, Syracuse 1964, 259. old.
[23] *Hosford, W. F.:* Met. Engng. Quarterly, Amer. Soc. Metals, Nov. 1966. 13.
[24] *Holcomb, R. T.—Backofen, W. A.:* Intern. Deep Drawing Res. Group, Colloquium, London 1964.
[25] *Hill, R.:* The Mathematical Theory of Plasticity, Oxford University Press, London 1950; Roy. Soc., Lond., Ser. A 19/3 (1948) 281.
[26] *Mehan, R. L.:* Trans. ASME, ser. D, *83* (1961) 499.
[27] *Hosford, W. F.—Grewen, J.—Wassermann, G.:* Ed., Textures in Research and Practice, Springer-Verlag, Berlin 1969, 414. old.
[28] *Wheeler, R. G.—Ireland, D. R.:* Electrochem. Techn. *4* (1966) 313.
[29] *Panknin, W.—Grewen, J.—Wassermann, G.:* Ed. Textures in Research and Practice, Springer-Verlag, Berlin 1969, 464. old.
[30] *Dillamore, I. L.:* Trans. ASM *58* (1965) 150.
[31] *Grewen, J.:* Textur und Zipfelbildung, insbesondere bei Al und seinen Legierungen, Forschungsberichte des Instituts für Metallkunde und Metallphysik der TU Clausthal, Nr. 2, 1967.
[32] *Thomas, H.:* Z. Metallkde. *67* (1966) 603.
[33] *Hannesen, R.—Schumacher, V.:* Z. Metallkde. *57* (1966) 413.
[34] *Hug, H.:* Aluminium Suisse *7* (1957) 33.

[35] *Regenet, P. J.—Stüwe, H.-P.:* Z. Metallkde. *54* (1963) 273.
[36] *Beck, P. A.—Altenpohl, D.:* Ed. Aluminium und Aluminium-legierungen, Springer-Verlag, Berlin 1965, 410. old.
[37] *Grewen, J.—Heimendahl, M. v.:* Z. Metallkde. *59* (1968) 205.
[38] *Grewen, J.:* Metall *19* (1965) 212, 604.
[39] *Aust, K. T.—Morall, F. R.:* Trans. AIME *197* (1953) 431.
[40] *Beck, P. A.—Hu, H.:* Trans. AIME *194* (1952) 83.
[41] *Grewen, J.—Haessner, F.:* Ed. Recrystallization of Metallic Materials, Riederer-Verlag, Stuttgart 1971, 135. old.
[42] *Beck, P. A.:* Phil. Mag. Suppl. *3* (1954) 245.
[43] *Beck, P. A.—Hu, H.—Margolin, H.:* Ed. Recrystallization, Grain Growth and Textures, Amer. Soc. Metals, Metals Park 1965, 394. old.
[44] *Koppenaal, T. J.—Parthasarathi, M. N.—Beck, P. A.:* Trans AIME *218* (1960) 98.
[45] *Amitani, T.:* Nippon Konz. gak. shi *25* (1961) 170.
[46] *Bunk, W.:* Z. Metallkde. *56* (1965) 645.
[47] *Bdunk, W.:* Z. Metallkde. *57* (1966) 345.
[48] *Hug, H.:* Z. Metallkde. *57* (1966) 345.
[49] *Miki, I.—Warlimont, H.:* Z. Metallkde. *59* (1968) 254.
[50] *Holm, K.—Hornbogen, E.:* J. Mater. Sci. *5* (1970) 655.
[51] *Hornbogen, E.—Kreye, H.—Grewen, J.—Wassermann, G.:* Ed., Textures in Research and Practice, Springer-Verlag, Berlin 1969, 274. old.
[52] *Köster, U.—Haessner, F.:* Ed., Recrystallization of Metallic Materials, Riederer-Verlag, Stuttgart 1971, 215. old.
[53] *Zener, G.* hivatkozva: *Schmith, C. S.:* Trans. AIME *175* (1948) 15.
[54] *Normann, W.:* Z. Metallkde. *58* (1967) 151.
[55] *Siebel, G.:* Z. Metallkde. *57* (1966) 429.

Műszaki és gazdasági hírek

Július 1-én avatták fel hivatalosan *Ausztráliában — Goveban* és *Nabalco* cég új timföldgyárát. Az első lépcső évi 500 000 t kapacitású. A második lépcső építése ugyancsak 500 000 t kapacitással 1973-ban kezdődik. A teljes beruházási költség 18 milliárd svájci frank, melyből 70%-ot, vagyis 13 milliárd svájci frankot az *Alusuisse* visel. A bauxitbányászatot *Gove*-ban 1971-ben kezdték és az évi termelés 1 millió tonna felett van. A bauxitbánya és a timföldgyár ez idő szerint az *Alusuisse* konszern legnagyobb vállakozása.

Schweitzer Aluminium Rundschau 1972. 10. szám

*

A *Szovjetunió* valószínűleg nagyobb mennyiségű timföldet vásárol *Japánban*. Tokiói források szerint a timföldet a távol-keleti *Nahodka* kikötőben kell majd átadni. Egyelőre négy nagy japán vállalat reménykedik, hogy bekapcsolódhat a tárgyalásokba. Az elmúlt év folyamán három japán alumíniumipari vállalat (a Nippon Light Metal, a Sumitomo Chemical és a Showa Denko Kaisha) több mint 100 000 tonna timföldet szállított a Szovjetunióba.

Mining J. 1972. szeptember 8.

*

A *China National Metals and Minerals Corp. pekingi* külkereskedelmi vállalat szerződést kötött az *Alcon Aluminium Ltd*-vel 5000 tonna alumíniumöntvény szállítására 2 millió dollár értékben. A szállítást ez év utolsó negyedében bonyolítják. Kína az elmúlt évben már hasonló mennyiségű alumínium fémet vásárolt az említett cégtől.

Mining J. 1972. szeptember 8.

*

Az *Alcan elnökhelyettesének* bejelentése szerint 1972-ben a társaság alumíniumeladásai várhatóan 5%-kal fogják felülmúlni az 1971-es szintet, azonban ez számos kedvezőtlen tényező miatt a nettó bevételben nem fog tükröződni. 1972-ben növekedtek a működési és kamatköltségek és az angliai *Lynemouth*-ban üzembe állított alumíniumkohó indítási költségei is igen magasak voltak. Az Alcan a guyanai bauxitbányák és timföldüzemek 1971. július 15-i államosításával elvesztette sok évi bevételi forrását, melyet csak részben kompenzáltak a kisajátított vagyon utáni kártérítések.

Az erős konkurrencia, a felesleges kapacitások és a magas raktárkészletek miatt a többi vállalathoz hasonlóan az Alcan eladási árai 25 cent/lb jegyzett árnál alacsonyabbak. Szakemberek előrejelzése szerint *az árak* 1972. végén *legkésőbb 1973. elején ismét növekedni fognak.* Számítások szerint az alumínium-ár 1 cent/lb-val való emelkedése az Alcan-nak évi 13 millió dollár plusz nettó jövedelmet biztosítana.

Metal Bulletin 1972. szeptember 12.

*

Az *Alcoa és a görög kormány* közti hosszantartó tárgyalássorozat után elkészült a Görögországban felépítendő timföld-alumínium kombinát terve. Az építési munkálatokat 1977-ben kezdik meg. A timföldüzem kapacitása 260 ezer tonna, az alumíniumkohó kapacitása 130 ezer tonna lesz, melyeket a jövőben megkétszereznek majd.

Az érdekelt felek még nem vitatták meg, hova építsék fel a timföldüzemet, valamint az alumíniumkohót és hogyan biztosítsák az üzem és a kohó számára a nyersanyagot és az energiát. Tárgyalások folynak a *Parnassus Bauxite*-tal, mely a vállalkozáshoz szükséges bauxitot szállítaná.

Ezzel egyidejűleg a *Reynolds* cég tárgyalásokat folytat a Parnassus-sal közös alumíniumkohó létesítéséről is.

Metal Bulletin 1972. szeptember 8.

*

1971-ben *Jamaica* bauxittermelése az 1970. évi 11,8 millió tonnáról 12,2 millió tonnára, timföldtermelése pedig 4,2 millió tonnáról 4,65 millió tonnára emelkedett.

Metal Bulletin 1972. szeptember 12.

L. D.

*

Chile és az *NDK* megbízottai szerződést kötöttek 45 000 tonna réz szállítására 1972. év augusztusában. Az NDK 50 millió $-t fizet ezen mennyiségért. Hivatalos *santiagói* tájékoztatás szerint ez az ár megfelel a *newyorki* rézár jegyzésnek.

Metall 1972. 9. sz. 642. o.

*

Szovjetunióból jelentik, hogy egy harmadik hengersor rövidesen beindul *Arménia* fővárosában az *Eriwan*-ban levő *Kanas* alumíniumfélgyártmányműben.

Aluminium 1972. 9. sz. 650. o.

K. J.

Az SI (Nemzetközi Mértékegység-rendszer) ismertetése

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN okl. kohómérnök, a műszaki tudományok doktora, tanszékvezető egyetemi tanár
Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

DK.: 351.821 (094.2) : 531.7 : 53.08 : 519.5

Hazánkban is elhatározták a nemzetközi mértékegység-rendszer (SI) bevezetését. A szerző a cikkében közölt jelekkel, mértékegységekkel és további hasznos adatokkal elő kívánja segíteni a zökkenőmentes átállást.

A műszaki gyakorlatban előforduló mennyiségek mindegyikének a meghatározására számos egységet használnak. Az ebből eredő nehézségek kiküszöbölésére az egyes országokban, és így nálunk is, a nemzetközi mértékegységrendszer fokozatos bevezetését határozták el.

Az alábbiakban ennek a nemzetközi mértékegységrendszernek az alapegységeit, a külön névvel és jellel ellátott egységeit, a fizikai kémiában és így a metallurgiában is használatos egyéb fontosabb származtatott egységeit, az ajánlott SI-prefixumokat ismertetem. Közlöm a fokozatosan elhagyandó egyéb egységek átszámításának a módját, a fizikai kémiában és a metallurgiában használt fontosabb állandók jelét, értékét és dimenzióját, valamint a nemzetközi mértékegység-rendszer hazai bevezetésénél ajánlott jelöléseket.

Jel	Mértékegység (név)
1. Alapegységek	
Hosszúság, l	m (méter)
Tömeg, m	kg (kilogramm)
Idő, t	s (szekundum)
Elektromos áramerősség, I	A (amper)
Termodinamikai hőmérs., T	K (kelvin), (°C)
Fényerősség, I_v	cd (kandela)
Anyagmennyiség, n	mól (mól)
Síkszög, φ	rad (radián)
Térszög, ω	sr (szteradián)
2. Származtatott egységek, amelyeknek külön neve és jele van	
Erő, F	N (newton) $= \mathrm{kg\,m\,s^{-2}}$
Nyomás, $p = FA^{-1}$	Pa (pascal) $= \mathrm{N\,m^{-2}}$
Munka, $W = Fl$	J (joule) $= \mathrm{N\,m}$
Teljesítmény, $P = Wt^{-1}$	W (watt) $= \mathrm{J\,s^{-1}}$
Elektromos töltés, $Q = It$	C (coulomb) $= \mathrm{A\,s}$
Elektromos ellenállás, $R = UI^{-1}$	Ω (ohm) $= \mathrm{V\,A^{-1}}$
Elektromos vezetés, $G = R^{-1}$	S (siemens) $= \mathrm{A\,V^{-1}}$
Elektromos kapacitás $C = QU^{-1}$	F (farad) $= \mathrm{A\,s\,V^{-1}}$
Mágneses fluxus, $\Phi = WI^{-1}$	Wb (weber) $= \mathrm{V\,s}$
Induktivitás, $L = \Phi I^{-1}$	H (henry) $= \mathrm{V\,s\,A^{-1}}$
Mágneses indukció, $B = \Phi A^{-1}$	T (tesla) $= \mathrm{V\,s\,m^{-2}}$
Fényáram, $\Phi = I_v \omega = \dot{Q}$	lm (lumen) $= \mathrm{cd\,sr}$
Megvilágítás erőssége, $E = \Phi A^{-1}$	lx (lux) $= \mathrm{cd\,sr\,m^{-2}}$
Frekvencia, $\nu = t^{-1}$	Hz (hertz) $= \mathrm{s^{-1}}$
Elektromos feszültség, $U = WQ^{-1}$	V (volt) $= \mathrm{J\,A^{-1}s^{-1}}$
3. Egyéb származtatott egységek (nem teljes felsorolás)	
Aktivitás	
abszolút (B-anyagé), λ_B	
koncentrációra vonatkoztatott, $a_c = \gamma c$	mól $\mathrm{m^{-3}}$
molalitásra vonatkoztatott $a_m = \gamma m$	mól $\mathrm{kg^{-1}}$
Relatív	
molalitásra vonatkoztatott $a_B = \gamma_B m_B (m^\circ)^{-1} = \lambda_B (\lambda_B^*)^{-1}$	
móltörtre vonatkoztatott (racionális), $a_{x,B} = f_B x_B = a_B m^\circ M_A$	
Aktivitási koefficiens	
koncentrációra vonatkoztatott, y_B	—
molalitásra vonatkoztatott (gyakorlati), γ_B	—
móltörtre vonatkoztatott (racionális), f_B, ill. $f_{x,B}$	—
Általános alak	
egyensúlyi állandóé, $K = \Pi a_B^{\nu_B}$	
kémiai reakcióé, $O = \Sigma \nu_B B$	
Áramsűrűség, $j = \frac{I}{A}$	$\mathrm{A\,m^{-2}}$
Diffúziókoefficiens, D	$\mathrm{m^2 s^{-1}}$
Disszociációfok, α	—
Ekvivalens vezetés, $\Lambda = \varkappa c^{-1}$	$\mathrm{S\,m^2\,gekv^{-1}}$
Elektródpotenciál, E	V
Elektromotoros erő, E	V
Fajlagos vezetés, $\varkappa = jE^{-1}$	$\mathrm{S\,m^{-2}}$
Felezési idő, $t_{1/2}$	s
Fugacitás (B-anyagé), f_B	atm
Gyorsulás, $\vec{a}$	$\mathrm{m\,s^{-2}}$
Hatásfok, η	—
Hő, q, Q	J
Hőáramsűrűség, $\vec{j} = \lambda \operatorname{grad} T$	$\mathrm{Jm^2 s^{-1}}$
Hőátadási koefficiens, h	$\mathrm{Jm^{-2} s^{-1} K^{-1}}$

Jel	Mértékegység (név)
Hődiffúzivitás, $a = \lambda \varrho^{-1} c_p^{-1}$	$m^2 s^{-1}$
Hővezetési tényező, λ	$J\ m^{-1} s^{-1} K^{-1}$
Ion töltésszáma, z_B	—
Kémiai potenciál, μ_B	J mól^{-1}
Koncentráció, $c_B = \frac{n}{V}$	mól m^{-3}, (mól l^{-1})
Koncentrációnövekedés sebessége, $v_B = \frac{dc_B}{dt}$	mól m^{-3}s^{-1}
Molalitás, m_B	mól kg^{-1}
Moláris entalpia, H	J mól^{-1}
Moláris entrópia, S	J mól^{-1}K^{-1}
Moláris gázállandó, R	J mól^{-1}K^{-1}
Moláris hőkapacitás, c	J mól^{-1}K^{-1}
Moláris szabadentalpia, G	J mól^{-1}
Moláris tömeg, $M = \frac{m}{n}$	kg mól^{-1}
oldószeré, M_A	kg mól^{-1}
oldott anyagé, M_B	kg mól^{-1}
Móltérfogat, $V_m = \frac{V}{n}$	m^3 mól^{-1}
Móltört, $x_B = \frac{n_B}{\Sigma n}$	—
Reakciókoordináta, $\xi = \int \frac{dn_B}{\nu_B}$	—
Reakciósebesség, $w = \dot{\xi} = \frac{d\xi}{dt}$	s^{-1}
térfogati, $v_i = \dot{c}_i$	mól m^{-3}s^{-1}
B keletkezési sebessége, $\frac{dn_B}{dt} = \nu_B \dot{\xi}$	mól s^{-1}
Relatív atomtömeg, A_r	—
Relatív molekulatömeg, M_r	—
Sebesség, $\vec{v}, \vec{u}, \vec{w}, \vec{c}$	m s^{-1}
Súly, $\vec{G} = m\vec{g}$	$N = kg\ m\ s^{-2}$
Sűrűség, $\varrho = \frac{m}{V}$	kg m^{-3}
Sztöchiometriai szám, ν_B	—
Terület, A	m^2
Térfogat, V	m^3
Térfogattört, $\varphi_i = \frac{V_i}{\Sigma V}$	—
Tömegátvételi koefficiens, $k = \dot{m} A^{-1}$	kg m^{-2}s^{-1}
Tömegkoncentráció, $\varrho_B = \frac{m}{V}$	kg m^{-3}
Tömegtört, $w_i = \frac{m_i}{\Sigma m}$	—
Túlfeszültség, η	V

Jel	Mértékegység (név)
Viszkozitás dinamikai, η	$N\ s\ m^{-2} = Pa\ s$
kinematikai, $\nu = \frac{\eta}{\varrho}$	$m^2 s^{-1}$

1. SI-prefixumok

milli-, m	10^{-3}
mikro-, μ	10^{-6}
nano-, n	10^{-9}
piko-, p	10^{-12}
femto-, f	10^{-15}
atto-, a	10^{-18}
kilo-, k	10^{3}
mega-, M	10^{6}
giga-, G	10^{9}
tera-, T	10^{12}

5. A fokozatosan elhagyandó egyéb egységek átszámítása

1 atm = 101,325 kN m^{-2} = 101,325 kPa

1 torr = $\frac{101{,}325}{760}$ kPa

1 kWh = 3,6 MJ

1 cal = 4,1868 J

1 kp = 9,806 65 N

1 poise = 0,1 Pa s = 0,1 N s m^{-2}

6. Fontosabb állandók

$F = 96\ 487$ C gekv^{-1}

$R = 8{,}314\ 33$ J K^{-1} mól^{-1}

7. Felső indexek jelentése

Tiszta anyag	*
Végtelen hígítás	∞
Ideális	id
Standard	o
Aktivált állapot	≠

IRODALOM

[1] *Dr. Fodor György:* Mértékegységkislexikon. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1971.

[2] Fizikai-kémiai definíciók és jelölések magyar szabályzata. Akadémiai Könyvkiadó, megjelenés alatt.

[3] *Blackman, D. R.:* SI UNITS in Engineering. Macmillan, Melbourne—London, 1969.

[4] *Burdun—Kalasnyikov—Sztockij:* SI Mértékegységek nemzetközi rendszere. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1967.

[5] MSZ 4900/4. lap. T (70. IV.): Fizikai és kémiai mennyiségek, jelük és mértékegységeik.

[6] *Quickenden, T. I.—Marshall, R. C.:* Magnetochemistry in SI Unists. Journal of Chemical Education, 1972. febr. 114—116. o.

[7] *Norris, A. C.:* SI Units in Physico-Chemical Calculations. Journal of the Chemical Education, 1971. dec. 797—800. o.

[8] *Erdey Grúz Tibor:* A fizikai kémiai alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1972. IV. átdolgozott kiadás 780. o.

[9] *Dr. Verő József:* Közeledik a nemzetközi mértékegységrendszer bevezetésének időpontja. BKL. Kohászat, 1971. június 263—265 o.

[10] *Von Ekkehard Fluch:* Physikalisch-chemische Grössen und Einheiten — eine Übersicht unter besonderer Berücksichtigung des „SI-Systems", Chemiker Zeitung, 1971. október 20. 871—875. o.

A rétegződési hibák vizsgálatának módszereiről

Dr. BÁRCZY PÁL okl. kohómérnök — Dr. TRANTA FERENC okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémtani Tanszék, Miskolc

DK.: 62—408.3 : 539.2 : 620.191

A tanulmány összefoglaló áttekintést ad a rétegződési hiba energia (RHE) és a rétegződési hiba valószínűsége meghatározásának korszerű eljárásairól.

Egy előző közleményünkben [1] részletesen kifejtettük, hogy a rétegződési hibák milyen sokrétűen hatnak a fémek, ötvözetek tulajdonságaira. Ezek után érthető, hogy nagy érdeklődés kíséri a rétegződési hibák vizsgálata, kutatása során kapott újabb és újabb eredményeket. A vizsgálatok egyre jobban tökéletesednek, sok új módszer került bevezetésre. Dolgozatunk célja, hogy a rétegződési hiba energia (RHE) és a rétegződési hiba valószínűsége meghatározásának korszerű eljárásairól összefoglaló áttekintést adjon.

Fémfólia elektronmikroszkópos vizsgálata

Az elektronmikroszkóp fejlődésével lehetővé vált vékony fémfóliák átvilágításos vizsgálata. A fóliában ferdén elhelyezkedő hibás síkról — az elektrondiffrakció miatt — az *1. ábrán* látható csíkozott képet kapunk [2]. A csíkok sűrűsége a sugár és a hibásan illeszkedő sík bezárta szöggel van összefüggésben: ha ez 90°, a sík nem látható, nincs csík; ahogy 90°-tól 0° felé tart, előbb ritka, majd egyre sűrűbb csíkozást lehet megfigyelni. A fémfóliában a diszlokációk és a rétegződési hibát határoló részdiszlokációk is láthatóvá tehetők. A részdiszlokációk egymástól való távolsága (d) így *elvben* mérhető, s ebből γ, a RHE meghatározható: [3]

$$d = K\frac{G \cdot a_0^2}{2\pi\gamma} \qquad (1)$$

Az elektronmikroszkópok felbontóképessége azonban a diszlokációk kontrasztproblémái miatt nem nagyobb 25 Å-nél, ez a módszer gyakorlatilag nem jöhet számításba, mivel d értéke igen kicsi *(1. táblázat)* [4]. Ehelyett a részdiszlokációk szétválását olyan helyeken kell megfigyelni, ahol az sokkal nagyobb.

1. táblázat [4]

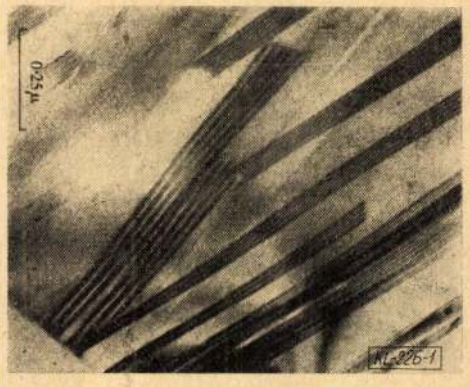
Elem	γ [erg/cm^2]	d [Å]	
		éldiszlokáció	csavar-diszlokáció
Al	200	5	2
Cu	70	23	6
Au	45	31	6
Ag	22	61	15

Csomóponti módszer

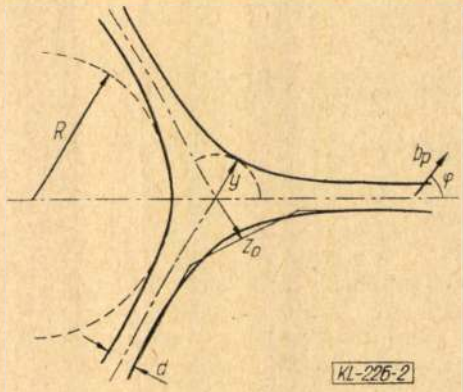
Ha az anyagban három diszlokáció találkozik, akkor a részdiszlokációk görbe ívek mentén válnak szét, s ez a szétválás már kielégítő pontossággal figyelhető meg. Az I. típusú (intrinsic) hibáról készült csomópont képét és rajzát a *2a* és *b*, a II. típusú (extrinsic) hibáról készült csomópont képét és rajzát a *3a* és *b ábrák* mutatják [4].

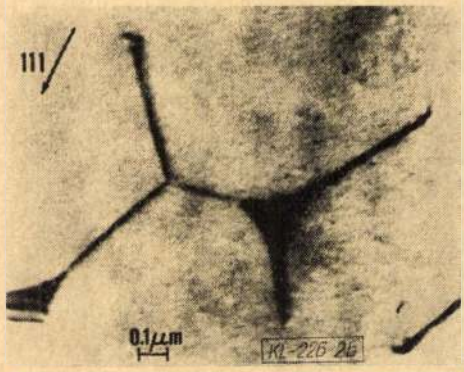
Whelan [5] határozta meg először 1959-ben az I. típusú hiba energiáját a csomópont adatainak értékelésével. Gondolatmenete szerint a részdiszlokáció vonalmenti feszültsége ($Gb_p^2/2$) tart egyensúlyt az ív mentén a γ felületi feszültségből származó feszültség ívre eső komponensével, γR-rel, így

$$\gamma = \frac{G \cdot b_p^2}{2R} \qquad (2)$$



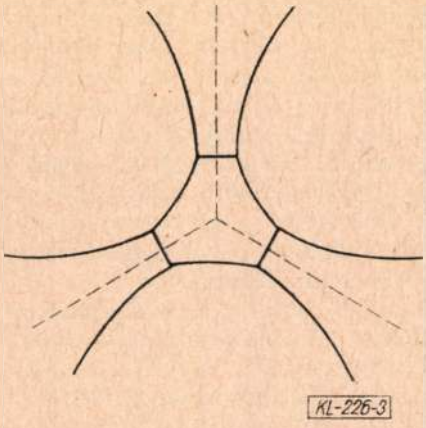
1. ábra. Hibás síkok elektronmikroszkópos képe [2]

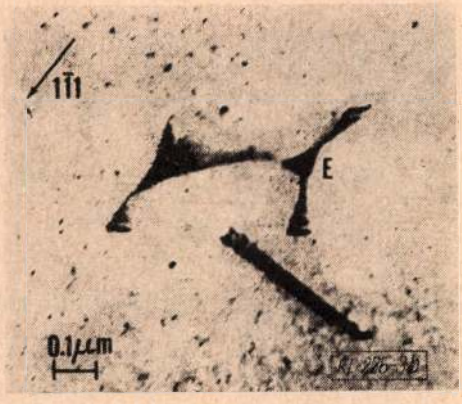




2. ábra. Diszlokáció-csomópont kiterjedése, ha a rétegződési hiba I. típusú (intrinsic)

a) elvi vázlat; *b)* felvétel Ag-7,8% Sn ötvözetről ($\varphi = 9°$, azaz majdnem tiszta csavar-diszlokáció) [4]





3. ábra. Diszlokáció-csomópont kiterjedése, ha a rétegződési hiba II. típusú (extrinsic)
a) elvi vázlat; b) felvétel Ag-7,8% Sn ötvözetről [4]

ahol G csúsztató rugalmassági modulus
b_p a részdiszlokáció *Burgers* vektora
R a csomópontnál a részdiszlokáció görbületi sugara (lásd a 2. ábrát)

Whelan módszere ma már elavultnak mondható, hiszen a diszlokáció vonalmenti feszültsége a diszlokációvonal és a Burgers vektor által bezárt szögtől (φ) függ, ez pedig az ív mentén pontról pontra változik. Mérésre azokat a csomópontokat használják, amelyeknél φ a három találkozó diszlokáció mindegyikénél a csomóponttól távol azonos értékű (karakter szimmetrikus csomópont). A kiértékelésre az alábbi három módszer alkalmazható.

a) *Brown—Thölén* módszer [6]

A módszerhez szerzőik a részdiszlokáció saját feszültségét, a másik diszlokációból és a RHE-ból származó feszültségeket számították ki egy felvett ív mentén pontról pontra. Az egyes pontokban kapott feszültségek irányában fog ez a görbe elmozdulni, egészen addig, amíg e feszültségek eredője 0 lesz, azaz az egyensúly létre jön. Így keresték meg az egyes φ, illetve γ értékekhez tartozó ív alakját, melyet a 2a ábra R értékével jellemeztek.

b) *Siems* módszere [7]

Siems számításai a diszlokációk vonalmenti feszültségének a φ függvényében való meghatározásán alapulnak. R helyett a pontosabban mérhető y-nal (lásd a 2a ábrát) számolt.

c) *Jossang* módszere [3]

Itt a csomópont részdiszlokációjának görbe ívét egyenessel közelítették s a Z_0 paramétert vezették be. A Z_0 és a jól mérhető y között empirikus összefüggést állapítottak meg.

A három módszer mindegyike az y-nak (vagy R-nek) a Burgers vektorhoz viszonyított értéke; valamint a *Poisson*-szám (v); a diszlokáció és a Burgers vektor közötti szög (φ) függvényében adja meg γ/Gb értékét.

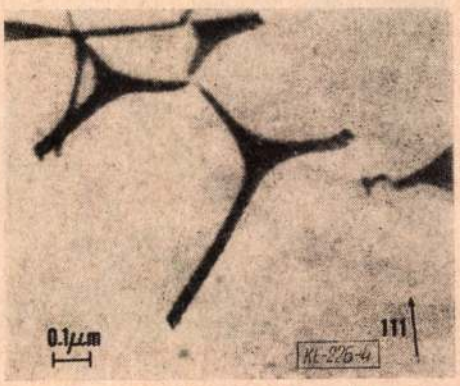
Összehasonlításukra $y=0{,}45$ és $b_p=1{,}67$ Å értékekre kiszámítottuk, hogy a három elmélet szerint különböző γ/Gb és φ értékekhez milyen y és R távolságok tartoznak *(2. táblázat)*. A táblázatból kiolvasható, hogy $\varphi=0$-nál (csavardiszlokáció) a három módszer közel azonos eredményt ad. Az eltérések elsősorban a nagy φ értékeknél jelentkeznek (éldiszlokáció). Ma még nem lehet eldönteni, hogy a három leírás közül melyik a legkorrektebb, mert megfelelő mennyiségű mérési eredmény csak a csavardiszlokációhoz közeli ($\varphi < 40°$) orientációjú rétegződési hibákról van. Ennek az az oka, hogy bár $d_{él} > d_{csavar}$ (1. táblázat), $R_{él} < R_{csavar}$ (2. táblázat), azaz a csomópont módszerrel a csavardiszlokációk szétválása jobban vizsgálható. Az elmondottakat megfigyelhetjük, ha a 2b ábrát ($\varphi=10°$) a *4. ábrával* ($\varphi=66°$) összehasonlítjuk, e két felvétel ugyanis ugyanarról az anyagról (Ag+7,8% Sn), ugyanolyan nagyításban készült.

A kiértékelés 30 000×-nél nagyobb nagyítású felvételen történik. A hibának a sugárirányhoz képesti helyzete ismeretében (*5. ábra* ψ és Φ szögek) az így mért R és y értékeket korrigálni kell.

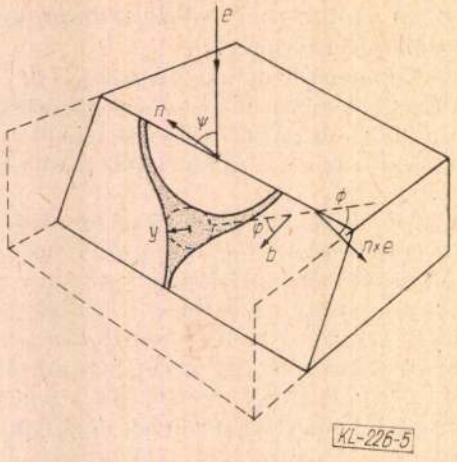
A diszlokációvonal és a Burgers vektor φ szögét a fólia megbillentésével lehet meghatározni: ugyanis

2. táblázat

$10^3\ \gamma/Gb$	φ [fok]	Brown—Thölén y [Å]	Siems y [Å]	Jossang y [Å]
2,6	0	98	98	95
	45	101	88	94
	90	107	61	76
1,30	0	215	215	210
	45	217	190	200
	90	220	127	160
0,65	0	465	465	450
	45	450	400	420
	90	440	260	320



4. ábra. I. típusú hiba Ag-7,8% Sn ötvözetben ($\varphi=66°$, azaz a diszlokáció majdnem él-típusú) [4]



5. ábra. A csomópont helyzete az elektronsugárhoz képest
e ez elektronsugár, *n* a hibás sík normálisának az irányát jelöli

amikor a Burgers vektor merőleges az elektronsugár irányára, megszűnik a diffrakciós kontraszt, azaz a diszlokáció láthatatlanná válik [2].

Kettős hibák

Ha két kiterjedt diszlokáció egymás közelében, egy szakaszon párhuzamosan helyezkedik el, akkor az energiaviszonyok úgy módosulnak, hogy az egyes diszlokációk jobban kiszélesednek. Így ezen a szakaszon a részdiszlokációk távolsága (d_1 és d_2) már közvetlenül is mérhető [4] *(6. ábra)*. F. k. k. fémeknél egy ilyen hibapárt mindig egy I. és egy II. típusú hiba alkot, így ezzel a módszerrel mindkettő RHE-ja meghatározható. Mivel az ilyen hibakombináció viszonylag ritkán fordul elő, a mérés egyszerűsége ellenére sem nevezhető elterjedt eljárásnak.

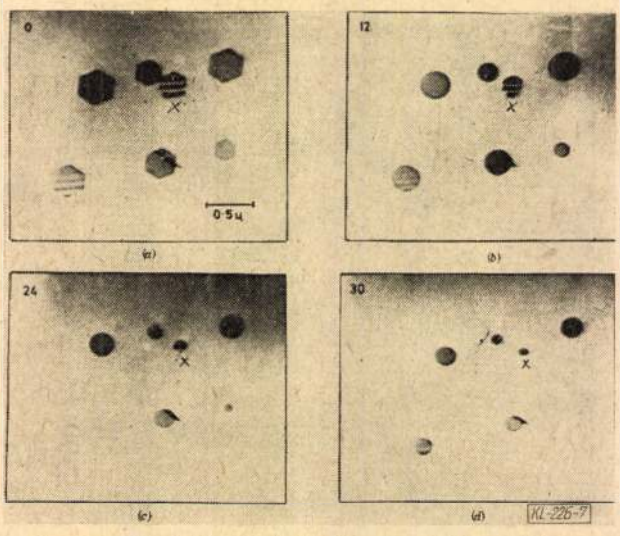
Diszlokáció-hurok eltűnése

Ha fémes anyagot nagy hőmérsékletről gyorsan hűtünk, az instabillá váló vakanciák összegyűlnek. A keletkezett korong alakú lyukak berogynak, s így *Frank*-féle diszlokációgyűrűk jönnek létre. A síkbeli képződmények alakja vagy kör, vagy az (111) sík szimmetriáját követve szabályos háromszög vagy hatszög.

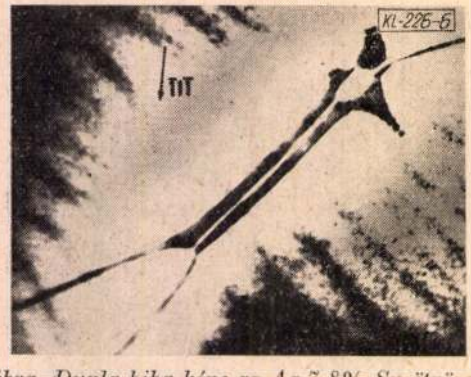
Ha a RHE kicsi, a gyűrűk belsejében inkább rétegződési hiba alakulhat ki (faulted loop), ha nagy, akkor hibátlan marad a gyűrűk síkja (prismatic loop). A gyakorlati esetekben mindkét típusú diszlokációgyűrű előfordul, a RHE nagysága az egyes fajták arányát határozza meg. Mindkét típusú gyűrű melegítéskor kisebbedik, majd eltűnik. A rétegződési hibát tartalmazó diszlokációgyűrű sokkal gyorsabban tűnik el, mint ha a gyűrű síkja nem hibás illeszkedésű. Az eltűnési sebességek közti különbséget a RHE gyorsító hatása okozza, így a sebességek ismeretében γ egyszerűen számítható [8]. Ez a módszer elsősorban a közepes és nagy RHE-jú fémek esetében alkalmazható.

Példaképpen bemutatjuk a diszlokációhurok kitemperálódási folyamatát alumíniumban *(7. ábra)*.

Végül megjegyezzük, hogy ilyen módszerrel határozták meg a legtöbb hexagonális fém RHE-ját, azaz univerzális eljárásnak tekinthető.



7. ábra. Diszlokációgyűrűk kitemperálódása Al-ban 140 °C-on
A hőntartás ideje 0, 12, 24 és 30 perc volt. [8] A *-gal jelölt hibás gyűrű a többinél gyorsabban tűnik el



6. ábra. Dupla hiba képe az Ag-7,8% Sn ötvözetben [4]
A két diszlokáció egymással párhuzamosan levő szakaszán a rétegződési hiba szélesebb

Rétegződési hiba tetraéderek

A hibás síkot tartalmazó diszlokációgyűrű stabilitása a gyűrű méretétől és a RHE-tól függ.

Bizonyos méret alatt (L_c) a határoló három síkbeli Frank-féle részdiszlokáció 6 térbeli részdiszlokációra bomlik. A részdiszlokációk kiterjedésekor keletkezik a négy I. típusú hiba által határolt tetraéder [9] *(8. ábra)*.

A kritikus L_c érték döntően a RHE-tól függ, így ennek mérése után γ meghatározható. A mérés nem nehéz: a legnagyobb tetraéder, illetve a legkisebb diszlokációhurok mérete egyaránt L_c-vel egyenlő.

Rétegződési hiba dipólusok

A f. k. k. fémekben az egyedülálló rétegződési hibákhoz képest stabilabb konfigurációk is kialakulhatnak, az úgynevezett dipólusok [10]. Ezek tulajdonképpen azt jelentik, hogy az (111) síkon fekvő hiba ($\bar{1}\bar{1}1$) síkon folytatódik H szakaszon, majd ismét az (111) síkkal párhuzamos síkon helyezkedik el. A hibás sík Z vagy S alakban törhet meg. A gyakorlati esetekben mindhárom egymást követő hiba I. típusú, legfeljebb a középső (111) síkon levő lehet

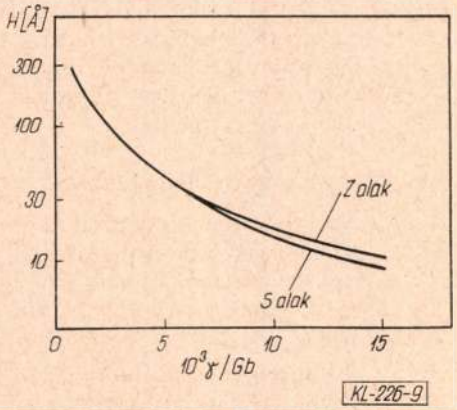
8. ábra. Rétegződési hiba tetraéder keletkezése (a) és elektronmikroszkópos képe aranyfóliában (b) [9]

II. típusú. A H szakasz hossza és a γ/Gb közötti összefüggést *Steeds* elemezte [11], az ő munkája a *9. ábra* is, amely a kapcsolatot mutatja be.

A dipólus H távolságának meghatározása igen pontos elektronmikroszkópos munkát, a diffrakciós kontrasztok helyes értékelését igényli. Ilyen módszerrel végzett RHE meghatározás ma még ritkaságszámba megy.

Tér-ion mikroszkópos módszer

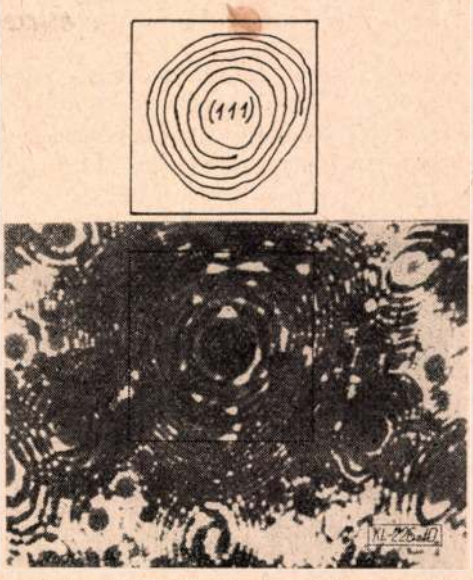
A tér-ion mikroszkópban nagy olvadáspontú fémek tűalakú próbájáról kapunk igen nagy felbontású, a tűhegyfelületen levő egyes atomok helyét is



9. ábra. A dipólus-lépcső (H) és a RHE összefüggése [11]

megmutató képet. Így a tűfelületet körben metsző (111) síkok szélein levő atomokat is láthatóvá lehet tenni. Világos, hogy a hibátlan kristály (111) síkjai koncentrikus körökben metszik a felületet, míg ha egy félsík hiányzik, akkor a metszékvonalak egyike nem lesz teljes kör.

Így a rétegződési hibák is láthatók lesznek. Ez a módszer csak nagy RHE-jú anyagon használható. Értékelhető eredmények máig csak az Ir fémmel végzett kísérletekből adódtak *(10. ábra)* [12].



10. ábra. Rétegződési hiba Ir-ban. Tér-ion mikroszkópos felvétel. [12]

Röntgen vizsgálatok

A rétegződési hiba valószínűség mérése

Röntgendiffrakciós módszerrel meghatározható a kristály különböző síkrendszereihez tartozó síkok egymástól való távolsága. Ideális kristály esetén e távolságokból — a síkrendszertől függetlenül — ugyanaz az a_0 rácsparaméter adódik. A valóságos kristályban sok olyan cella van, amelynek mérete az ideálistól eltér (diszlokációknál, rétegződési hibánál, makroszkópos feszültséggel terhelt részeknél). Röntgen vizsgálatnál nagyszámú cella átlagos méretét határozzuk meg, így ha az ideálistól való eltérés azonos jellegű (pozitív, illetve negatív), a mért rácsparaméter is kisebb vagy nagyobb lesz az ideálisnál. Ilyen eltérést okozhat a rétegződési hiba, makrofeszültség, szennyezőatom. Ha az eltérés irányfüggő, akkor azt csak rétegződési hiba, vagy makrofeszültség okozhatja az alábbi egyenlet szerint [13]:

$$a = a_0 + K_1 a_0 \alpha + K_2 a_0 \varepsilon\alpha + K_3 a_0 \sigma \qquad (3)$$

ahol K_1, K_2, K_3 kristálytani iránytól függő konstansok

α a rétegződési hiba valószínűsége

ε a hibás sík menti térkitöltés változás

σ a rácsban levő külső vagy belső okokból származó feszültség.

Nyilvánvaló, hogy az ideális kristály rácsmérete csak $\alpha = 0$ és $\sigma = 0$ esetén mérhető. Ha por preparátumon végezzük a mérést, $\sigma = 0$ (feszültség

nincs). ε értéke f. k. k. fémeknél nem nagyobb 0,06-nál, α szokásos értékei pedig 0,001 és 0,50 közé esnek, így $\alpha \cdot \varepsilon$ igen kicsi, azaz a jobboldal harmadik tagja első közelítésben elhanyagolható.

A különböző irányokban történő mérésből adódó eltérő értékű rácsméretekből α értéke meghatározható. Mivel a_0 értéke nem ismert, a meghatározott α érték csak egy relatív szám lehet. Általánosan úgy értelmezik, hogy a lágyított, kevés diszlokációt tartalmazó állapotban $\alpha = 0$-t tételeznek fel, s a különböző mértékben, vagy különböző hőmérsékleteken alakított próbák α értékét ehhez képest számítják ki.

A tényleges mérés két egymás után következő reflexió (az esetek többségében az (111) és a (200) síkrendszerekről) szögének pontos meghatározásából áll. Ezt a mérést a vizsgálandó próbákon kívül egy lágyított, összehasonlító próbán is el kell végezni.

A rétegződési hiba valószínűség értékének a fémek gyakorlati tulajdonságai szempontjából közvetlen jelentősége van. Ugyanis míg a RHE egy-egy diszlokáció kiterjedésének szélességét adja meg, a rétegződési hiba valószínűség az összes hibás sík relatív számát. (Például $\alpha = 0{,}008$ azt jelenti, hogy átlagosan minden ezer síkból 8 hibás illeszkedésű.)

A RHE meghatározása

Előző közleményünk (2) egyenlete értelmében [1], ha α értékén kívül ϱ, diszlokációsűrűség is ismert, a RHE számítható.

A diszlokációsűrűség meghatározása a röntgenes reflexió vonalprofil analízise útján elvégezhető, s így a γ értéke elvileg megállapítható. Mivel a vonalprofil analízis nagy diszlokációtartalmú állapotban nem eléggé megbízható, s a (2) egyenlet anizotrópia tényezője szintén nehezen mérhető, az így számított értékek eléggé bizonytalanok. Az irodalomban mégis található több mérés, amelyek eredményei megfelelő egyezést mutattak más, pontosabb módszerek adataival [14].

A RHE meghatározása az újrakristályosodási ikerkristályok alapján

A kis RHE-jú f. k. k. fémek (réz és ötvözetei, austenites acél) lágyított állapotú próbáinak szövetében jellegzetesen párhuzamos oldallapokkal határolt ikerkristály lemezkéket figyelhetünk meg. Az (111) határoló síkok mindig koherensek. Az ikerlemezek keskenyebb oldalai vagy a nagyszögű határokig terjednek, vagy másik ikerlemezkéig haladnak, de rövid lépcsőkben is befejeződhetnek: ezek a felületek inkoherensek.

A kristályhatárok energiája az érintkező két kristály közötti szögtől erősen függ. Ha a határok mozognak, lehetőség nyílik a határenergia csökkenésére, ha az egyik növekvő kristály orientációja ikerhelyzetben folytatódik. A határ szöge és energiája ekkor annyira lecsökken, hogy az új alakzat összenergiája a keletkező ikerhatár energiájával együtt is kevesebb lesz, mintha ikerhelyzet nélküli elrendeződés jött volna létre.

Ennek a véletlenszerű növekedésnek annál nagyobb a valószínűsége, minél kisebb a fém ikerkristály határának energiája. A koherens ikerkristály határhoz képest az alapkristály és az ikerkristály tükörhelyzetben van *(11. ábra)*. Az ábra alapján könnyen belátható, hogy az ikerhatár energia fele akkora, mint az I. típusú rétegződési hiba energiája.

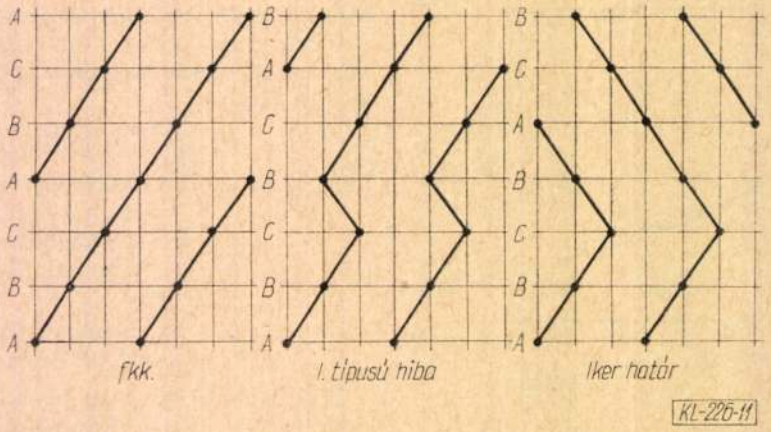
Gyakorlati tapasztalat szerint [15] a nagyszögű kristályok számához viszonyított ikerkristályhatárok száma (ν) arányos a nagyszögű kristályhatár (γ_{NH}) és a rétegződési hiba energiájának viszonyával:

$$\nu = 0{,}26 \frac{\gamma_{NH}}{\gamma} \qquad (4)$$

Ez az összefüggés azonban csak akkor érvényes, ha mindkét fajta kristályhatár szabadon mozoghat, a szemcsenövekedést idegen fázisok jelenléte nem akadályozza.

Az ikerkristályok előfordulásának valószínűsége, vagyis hogy egy szemcsére hány ikerhatár jut, acéloknál emissziós elektronmikroszkóppal, nem átalakuló ötvözeteknél egyszerű fémmikroszkóp segítségével is meghatározható. Természetesen megfelelő pontosságú mérésekhez többszáz szemcsét kell megvizsgálni.

A másik adat, amely szükséges az e módszerrel történő RHE meghatározáshoz, a nagyszögű kristályhatár energiaértékének ismerete. Mivel ez az érték szilárdoldatos ötvözetrendszerben jelentősen nem változik az összetétellel, ez a mérőmódszer elsősorban az összetétel változásának hatására létrejövő RHE változásának kimutatására alkalmas.



11. ábra. Az atomok elhelyezkedése hibátlan f. k. k. rácsban, I. típusú hiba, ill. ikerhatár környezetében

Egykristályok mechanikai vizsgálata

A RHE meghatározása egykristály keményedési görbéje alapján

A f. k. k. rácsú fémek egykristályának keményedési görbéjén három jellegzetes szakaszt különböztethetünk meg *(12. ábra)*. A harmadik szakasz kezdete a keresztcsúszás megjelenésével és ezen keresztül a szétvált diszlokációk összehúzódásával van kapcsolatban. Ez pedig annál nehezebb, minél kisebb a RHE.

A termikusan aktivált folyamatokra, így a keresztcsúszás megjelenésére is felírható az *Arrhenius*-féle összefüggés [16]:

$$\dot{a} = \dot{a}_0 \exp\left\{-U(\tau_{III})/KT\right\} \qquad (5)$$

ahol $\dot{a}$ az elcsúszás sebessége
$\dot{a}_0$ állandó
K a Boltzmann állandó
T a vizsgálat hőmérséklete K°-ban
$U(\tau_{III})$ a keresztcsúszáshoz szükséges aktiválási energia, mely a τ_{III} csúsztatófeszültséggel a következő kapcsolatban van:

$$U = -A \ln \left[\frac{\tau_{III}/G}{\tau_{III}(0)/G(0)}\right] \qquad (6)$$

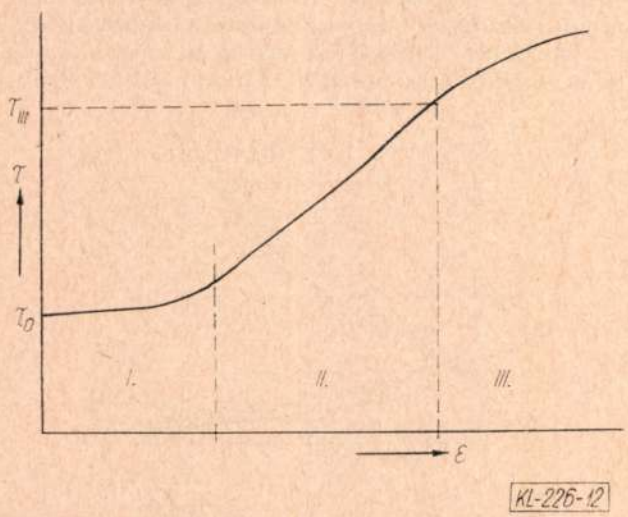
ahol A állandó
G a csúsztató modulus
$\tau_{III}(0)$ és $G(0)$ $T = 0$ K°-ra vonatkoztatott értékek.

Az (5) és (6) egyenletek összevonásából adódik a következő összefüggés:

$$\ln \tau_{III}/G - \ln \tau_{III}(0)/G(0) = \frac{KT}{A} \ln \frac{\dot{a}}{\dot{a}_0} \qquad (7)$$

melynek segítségével valamely adott hőmérsékleten végzett különböző sebességű alakításoknál meghatározott τ_{III}-ak alapján meg lehet határozni az A állandót. Elvi megfontolások alapján [17] Gb^3/A arányos a RHE-val.

A t. k. k. és hexagonális fémek egykristályainál a τ_0 feszültség függ a hőmérséklettől és az alakítás sebességétől. A törvényszerűségek a f. k. k. fémek τ_{III} függéséhez hasonlóak. Így adódott az a következtetés, hogy e jelenséget is a rétegződési hibák okozzák, s ennek alapján a RHE becslése is elvégezhető [18]. Az összefüggések ma még elvileg nem elég megalapozottak.



12. ábra. Egykristály keményedési görbéje

Mechanikus ikrek képződése egykristályban

Az egykristály keményedési görbéjének néha előforduló fűrészfogszerű jellege a mechanikus ikerképződéssel van kapcsolatban. A mechanikus ikerkristály képződéséhez szükséges kritikus feszültség (τ_{kr}) egy adott ötvözetnél független a kristály orientációjától és alig változik a hőmérséklettel [19].

A mechanikus ikerkristályok keletkezése a rétegződési hibákból mint csírákból indul, s martensitesen megy végbe. Ezért az ikerképződés annál kisebb feszültségnél indulhat meg, minél nagyobbak a rétegződési hibák, vagyis minél kisebb azok energiája. A τ_{kr} és a RHE között számszerű kapcsolatokat is találtak, s ily módon a RHE-ját is meg lehet határozni. Ez a módszer csak olyan f. k. k. rácsú fémnél alkalmazható, melyeknek viszonylag kicsi a RHE-juk. Bár az elérhető keményedés a hőmérséklet csökkentésével növelhető, nagy RHE esetében a maximálisan elérhető feszültség (≈ 0 K°-nál) is kisebb, mint τ_{kr}.

Annak ellenére, hogy a t. k. k. és hexagonális rácsú fémek egykristályainál sokkal könnyebben lehet mechanikus ikerkristályképződést létrehozni (a hőmérséklet csökkenésével a keményedés erőteljesen növekszik), nem alakult ki még olyan módszer, mely ezt felhasználná a RHE meghatározásához.

Relaxációs vizsgálatok

A relaxációs folyamatok sebességének hőmérsékletfüggéséből adódó aktiválási energia a RHE reciprokával korrelál (a gyors relaxációhoz kis aktiválási energia és nagy RHE tartozik). Ez a tény szintén lehetőséget ad a RHE relatív meghatározására még t. k. k. fémeknél is [20].

Textúra vizsgálatok

Miután az alakítási textúra jellege a RHE-tól függ [1], a textúra komponensek ismeretében — összehasonlításokkal — a RHE is meghatározható. Az ilyen meghatározás alapjában véve empirikus.

3. táblázat

Módszer	γ [erg/cm^2]		$10^3\ \gamma/Gb$		Megjegyzés
	min.	max.	min.	max.	
Csomópont				3	f. k. k.
Kettős hiba				5	f. k. k.
Diszlokációhurok eltűnése		300			korlátlanul használható
Tetraéder				8	f. k. k.
Dipólus			2	12	f. k. k.
Tér-ion mikroszkóp	60				
Röntgen		≈ 100			
Újrakristályosodási iker		≈ 150			f. k. k.
Egykristály keményedés		≈ 70			
Mechanikus iker		≈ 50			
Relaxáció		300			korlátlanul használható
Textúra		≈ 70			f. k. k.

Összefoglalás

A fémek, ötvözetek RHE-ját több módszerrel lehet meghatározni. Az egyes módszerek méréstartományait a *3. táblázatban* foglaltuk össze. A mérések pontossága ma még nem jobb ±20%-nál. Az egyes értékek akkor megbízhatóak, ha legalább két eltérő módszerrel azonosnak adódnak.

IRODALOM

[1] *Bárczy P., Tranta F.:* Kohászati Lapok, *105*, 1972.
[2] *P. B. Hirsch et al.:* Electron Microscopy of Thin Crystals. Butterworths, London, 1965.
[3] *T. Jossang, J. P. Hirth, C. S. Hartley:* J. Appl. Phys., *36* (1956) 2400.
[4] *A. W. Ruff, Jr.:* Met. Transactions, *1* (1970) 2391.
[5] *M. J. Whelan:* Proc. Roy. Soc., *249* (1959) 114.
[6] *L. M. Brown, A. R. Thölén:* Disc. Faraday Soc., *38* (1964) 35.
[7] *R. Siems:* Disc. Faraday Soc., *38* (1964) 42.
[8] *R. E. Smallman, P. Dobson:* Met. Trans., *1* (1970 2383.
[9] *J. Silcox, P. B. Hirsch:* Phil. Mag., *4* (1959) 72.
[10] *P. B. Hirsch:* The Relation Between the Structure and Mechanical Properties of Metals, p. 48. HMSO, London, 1963.
[11] *J. W. Steeds:* Phil. Mag., *16* (1967) 771.
[12] *D. A. Smith, T. F. Page, B. Ralph:* Phil. Mag., No. 150 (1968) 701.
[13] *C. N. J. Wagner:* Local Atomic Arrangements Studied by X-Ray Diffraction. Gordon and Breach, New York, 1966.
[14] *R. P. I. Adler, H. M. Otte, C. N. J. Wagner:* Met. Trans., *1* (1970) 2375.
[15] *J. Nutting:* J. I. St. I., *207* (1969) 872.
[16] *A. Seger:* Moderne Probleme der Metallphysik. Bd. I. Springer Verlag, Berlin—Heidelberg—New York, 1965.
[17] *H Wolf:* Z. Naturforsch., *15a* (1960) 180.
[18] *M. Ahlers:* Met. Trans., *1* (1970) 2415.
[19] *H. Suzuki, C. S. Barrett:* Acta Met., *6* (1958) 156.
[20] *Ja. D. Visnyakov:* Defektü upakovki v krisztalliceszkoj sztrukture. Metallurgia, Moszkva, 1970.

Információszolgálat az olajbányászatban

Dr. GYULAY ZOLTÁN okl. bányamérnök, egyetemi tanár
Központi Bányászati Múzeum, Sopron

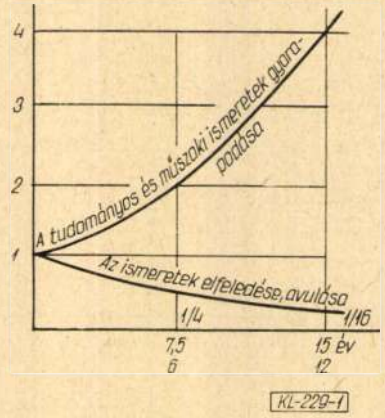
DK.: 007 : 622.323 : 622.276

Szerző az olajbányászat példájából ismerteti az információ szerepét a műszaki fejlesztésben. Megállapítja, hogy a tudományos és technikai közlemények egyre gyorsuló növekedése — az információözön — szükségessé teszi a válogatást, a rendszerezést.

Annyira közismert, hogy immár közhely: korunknak, a tudományos-technikai forradalom korának, egyik fő jellemzője a tudományos és technikai közlemények számának egyre gyorsuló növekedése, képletesen az *információ-robbanás*. Míg az emberi ismeretanyag megkétszereződéséhez a régmúltban évszázadokra, 1800-tól 1900-ig száz évre, 1900-tól 1950-ig 50, 1950-től 1960-ig tíz évre volt szükség, addig 1960-tól korábbi becslések szerint 7 ½, újabb becslés szerint 6 év a megkettőződés ideje. A feledés és az ismeretkészlet avulása következtében ez egyúttal az egyéni ismeretkészlet felezési ideje is, tehát *ha az egyén a pályakezdő ismereteit fel nem frissíti és tovább nem tanul, felhasználható maradékismeretei 6—7½ év alatt az elérhető szükségesnek $^1/_4$-ére, 12—15 év alatt $^1/_{16}$-ára apadnak. Aki hasznos idejének mintegy a negyedét nem fordítja ismereteinek felfrissítésére, és új ismeretszerzésre,* ami tagadhatatlan lemondással jár az élet örömeinek egy részéről, *az menthetetlenül elmarad,* tanult munkakörében megszűnik a műszaki társadalom hasznos tagja lenni.

Az *1. ábra* emlékezetbe vésően szemlélteti, miként nő a különbség, az elmaradás, az idő haladásával az exponenciálisan növekvő és az egyén által elérhető ismeretanyag — a felső görbe —, és a felfrissítés és kiegészítés nélkül a feledéssel és avulással csökkenő egyéni ismeretkészlet — az alsó görbe — között, feltételezve, hogy a kezdő időpontban, pl. az egyetem elvégzésekor, az egyén optimális ismeretkészlettel indult. A tudományok fejlődése és mennyiségeivel együtt minőségi fejlődés is, ezért az alaptudományok fejlődésével kölcsönhatásban fejlődő műszaki tudományok megértése egyre magasabb szintű tájékozottságot igényel az alaptudományokban is.

Olyan mennyiségű ismeretanyagot, amilyet a tudomány és technika a mai fejlődési ütem mellett *termel, az emberi elme befogadni és tárolni nem képes.* Alapképzettségre támaszkodva azonban a mérnöknek hivatása területén szakadatlan *önképzéssel* annyira tájékozottnak kell lennie, és olyan áttekintéssel kell bírnia, hogy a hivatásának eredményes gyakorlásához szükséges minden információt meg tudjon keresni, azokat összefüggéseikben is megértse és alkalmazni tudja. A tájékozottság és áttekintés igényében benne rejlik még az is, hogy annak a saját, szűkebb ismerettartományán túl, az érint-



1. ábra

* Az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottságának második teljes ülésén Veszprémben 1971. szeptember 9-én elhangzott előadás.

Ne tévessze meg az olvasóinkat, hogy a cikk az olajbányászatról szól, teljesen hasonló a helyzet e tekintetben a kohászatban is, és olvasóink különös figyelmébe ajánlom a közölteket. (Szerk. megjegyzése)

kező ismeretterületekre is ki kell terjednie olyan mértékben, amilyen az egész termelési rendszeren belül az optimális együttműködéshez szükséges.

Ábránk kitörölhetetlenül emlékezetünkbe vési, hogy mérnökök, fizikusok, kémikusok, geológusok, oktatók, menedzserek, orvosok stb., *valamennyien életfogytiglani információszerzésre, továbbképzésre* — magyarul tanulásra — *vagyunk ítélve.* Ez az ítélet kérlelhetetlen. Mivel társadalomban élünk, kollektív munkaviszonyok közt, elmaradásunk, tudatlanságunk nem magánügyünk, hanem közügy, egészséges társadalom ezt nem is tűrheti. Előbb-utóbb meg kell találnia a hatékony ellenőrzés módját.

Az információözön a második világháború után kezdte elárasztással fenyegetni a tudományos és műszaki világot, és ennek hatására ült össze két nemzetközi konferencia az akkor csírázó tájékoztatástudomány megalapozására, az első 1948-ban *Londonban*, a *Royal Society* gondozásában, a második 1958-ban *New Yorkban* a *National Academy of Sciences*, a *National Research Council*, a *National Science Foundation* és az *American Documentation Institute* szervezésében.

A korszerű információszolgálat témája az olajiparban 1959-ben került szőnyegre az 5., New York-i *Kőolaj Világkongresszuson.* Itt hangzott el az a meghökkentő közlés, hogy az USA *Department of Defense*-e megvizsgálta a vele szerződéses viszonyban volt kutatóintézetek munkáját és megállapította, hogy a végzett kutatások 30—85%-a csupán fölösleges megismétlése volt korábbi kutatásoknak, a hiányos információszolgálat következtében. A fölösleges munka által okozott kárt akkor évi ½—1 milliárd dollárra becsülték. Ezen a világkongresszuson jelentették be, hogy a nagy olajvállalatok kutatóintézményei a veszteséges kutatás megelőzésére, akkor már a kétlépcsős kutatásra rendezkedtek be, ami annyit jelent, hogy külön tudományos kutatócsoport — information scientists — végzi az irodalmi kutatást, és külön kutatócsoport végzi a kutatást a laboratóriumban és termeli az új adatokat. Ez a módszer bizonyult a kutatás leghatékonyabb és leggazdaságosabb módszerének.

Ide kívánkozik a kérdés, érvényes-e az ismeretanyagoknak az 1. ábrán látható mértékű növekedése az olajbányászatban is. Ma már csak alaptudomány-igényes műszaki ágazatok létezhetnek, tehát a növekedés mértéke reánk is érvényes. Egyik bizonyítéka ennek az a tény, hogy míg az olajmérnökök legnagyobb társadalmi egyesületének, a *Society of Petroleum Engineers of* AIME-nek 1955. évi őszi meetingjén 50 előadás hangzott el, addig az 1970. évi őszi meetingen 200 tanulmányt adtak elő, ez 15 év alatt négyszeres gyarapodás, tehát pontosan az ábránk felső görbéjének megfelelő.

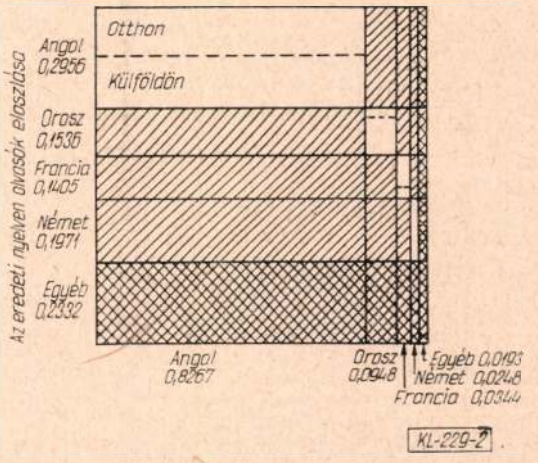
E bevezetés után az információterjesztésnek azt a fajtáját ismertetem takarékos fogalmazásban, amit az utolsó 3 évben az olajbányászat — szorosabban az olajmérnök — ismeretanyagában alakítottunk ki és rendszeresítettünk.

Az olajmérnöki munkakör ellátásához szükséges információs terület nagyon jól körülhatárolható: az olajmérnök illetékessége a szénhidrogének feltárására, kitermelésére és azoknak a közvetlen felhasználás, vagy a feldolgozás helyére történő szállítására terjed ki, tehát a mélyfúrástól a csőtávvezeték végéig.

Az olajbányászat tárgykörébe eső és azt érintő közlemények száma a világon, a legnagyobb méretű információs központ, a *Tulsa*-i (USA) egyetem csaknem 500 periodikát feldolgozó információs szolgálatának adatai szerint, 1970-ben 22 000-re volt tehető, ebből 17 000 az irodalmi-kutatási (geológiai-geofizikai), fúrási és termelési (olajbányászati) — és kiegészítő irodalmi adat, és 5000 a szabadalmi leírás. Az olajbányászati azaz olajmérnöki információk száma ebből kereken 9000.

Az olajmérnök tárgykörébe tartozó információk közelítő nyelvi eloszlása, ugyancsak a *tulsai* nyilvántartás szerint a következő: 82,7%-a angol, 9,5%-a orosz, 3,5%-a francia, 2,5%-a német, és 1,8%-a egyéb nyelvű. Ha ezt a nyelvi eloszlást egybevetjük azzal az UNESCO-statisztikával, amely a közleményeket az eredeti nyelven olvasók számának arányát adja, és amely szerint az olvasóknak kereken 30%-a olvas angolul, 20%-a németül, 14%-a franciául, 13,5%-a oroszul, és 22,5% egyéb nyelven, akkor az egybevetésből következik, hogy az olajbányászat tárgykörébe eső közleményeket, az olvasóknak mindössze 23,7%-a olvassa az eredeti nyelven, a többi fordításra szorul. (A *2. ábrán* a nem vonalkázott területnek az egész területhez való aránya.) Ez a *több idegen szaknyelv* olvasásszintű *bírásának*, egyúttal a hiányt pótló, de gyakran nem teljesértékű fordítószolgálat nyelvi- és szakmai szempontból való hitelességének a *parancsoló szükségességét mutatja.*

A hagyományos információforrások — könyv, folyóirat, periodika, szabadalmi leírás — mellett megjelent új, fürgébb információhordozók közül kiemelkednek a közzététel, az átadásra érett információt úgyszólván megszületésekor rögzítő és az érdeklődők által nyomban hozzáférhető *preprintek, előnyomatok.* A hosszú nyomdai átfutás miatt a könyvek, sőt a folyóiratok helyett, az ipari gyártmányok fürge prospektusai mellett, ezeket tekintik az információ primer forrásainak. A Society of Petroleum Engineers of AIME regionális és országos meetingjein, előadói és vitaülésein bemutatásra kerülő tanulmányok preprintjei — bizonyos szórás-



2. ábra

sal — átlag másfél évvel megelőzik közlésüket a társaság valamelyik folyóiratában. Preprintjeik száma évente 300 körüli. Hasonló mondható a másik nagy amerikai szervezet, az *American Petroleum Institute Division of Production*-ja rendezvényeinek preprintjeiről, amelyek száma 100 körüli.

Az ilyen mennyiségű, sőt tovább szaporodó információs anyag azonban már áttekinthetetlen. Elkerülhetetlen velejárója a bőség zavara. Ehhez hozzájárul még, hogy a tapasztalat szerint a publikációk viszonylag jelentős részében a hasznos, valóban értékes információ is kevés, olykor nincs is. És az információhordozóknak is megvan a maguk rangja, amit minden valamirevaló szakember jól ismer.

Elkerülhetetlen tehát ebben az *egyre fenyegetőbb információözönben a válogatás, az értékelés, a rendszerezés és a szintézis.*

Erre vállalkoztunk mi, és ezt tesszük immár harmadik esztendeje az olajbányászat területén. Gondos mérlegelés alapján kiválasztott mintegy 50 folyóiratnak és 10 intézménynek — szervezet, intézet, műszaki egyesület — periodikáinak teljes információanyagából válogatjuk ki az értékes, fejlődést jelentő információkat, és azokat értékelve és lényegüket ismertetve, a tan- és kézikönyvek szerkezetének megfelelő rendszerbe foglalva, évente beszámolunk a fejlődésről, a mélyfúrás, a kútgeofizika, a rezervoármérnöki tudomány és a kőolaj- és földgáztermelés és szállítás részterületein, és mindezt külön fejezetben kiegészítjük olyan olajmérnöki vonatkozású általános információkkal, mint az információszolgálat, az olajmérnökképzés és továbbképzés, a különleges — tengeri és sarkvidéki — szénhidrogéntermelés, környezetvédelem, vezetéstudomány, gazdaságtudomány és statisztika. Ez egy évben mintegy 1200—1300 kiválasztott tanulmány értékelő ismertetését és a fejlődési beszámolóba illesztését jelenti, szemben a tulsa-i 500 folyóiratból gyűjtött 9000 információval, a válogatás nélküli mindent-dokumentálással. És ez jelenti az olajmérnöki ismeretanyag periodikus kiegészítését, felfrissítését, „naprakészen" tartását. Használatát név- és tárgymutató könnyíti meg. Megjelenési formája egy kb. 8 íves őszi *különszám* a *Bányászati és Kohászati Lapok Kőolaj- és Földgáz* sorozatában. A folyóirat ezáltal kiegészül egy minden lényegesre kiterjedő beszámolóval a kőolaj- és földgázbányászat előző naptári évben bekövetkezett műszaki fejlődéséről.

Fejlődési tájékoztatónk nemzetközi együttműködés eredménye, gondolatát 1968 nyarán vetette fel *Freibergben Werner Arnold* professzor, a *Freibergi Bányászati Akadémia Mélyfúrási és Olajtermelési Intézetének* igazgatója, amikor őt *Bese Vilmossal*, az OKGT vezérigazgatójával meglátogattuk. Ezt két hónap múlva egy budapesti megbeszélés követte, amelyen tisztáztuk a tennivalókat — és a következő őszre elkészült az első beszámoló az 1967. és 1968. évekről, mintegy csatlakozva az 1967-es mexikói *Kőolaj Világkongresszus*ra készült beszámolóhoz. A világkongresszusok négy éves periódusait túl hosszúnak tartottuk, ezért határoztunk az évenkénti beszámoló mellett. (Beszámolónk azonban sokkal teljesebb a világkongresszusi beszámolóknál, jellege is más.)

Az irodalom feldolgozása folyamatos. Német barátaink a német, szláv és román, mi az angol, francia és spanyol információkat dolgozzuk fel. Fejlődési tájékoztatónk egyidejűleg német nyelven *Freibergben* is megjelenik.

Jelentős eredménynek érezzük az említett reprint anyag feldolgozását, amivel *átlag másfél évvel megelőzzük a folyóiratokban történő megjelenésüket*, sőt egy részük helyhiány miatt nem is kerül végleges közlésre. Hogy mit jelent egy értékes információ megismerése úgyszólván még melegen, azt a tudomány iránt érdeklődők előtt nem is kell hangsúlyozni.

Fejlődési tájékoztatónk rokona a *Analytical Chemistry Annual Reviews* c. füzeteinek, melyekben két-két év tudományos termését foglalják össze, egyik évben az elmélet, a másikban a laboratóriumi technika és az apparátus fejlődését.

Talán különösen hangzik, ha azt mondom, hogy az olajmérnök számára mindaz, amit ma nálunk a szokványos dokumentációs, gyors információs, témafigyelő szolgálat alatt értenek, elvesztette a jelentőségét. Mindezt egyben felsőbb szinten és gyorsabban nyújtja a fejlődési beszámolónk.

Itt nem véletlenszerű a dokumentált anyag kiválasztása, hanem minden szóbajöhető, említésre érdemes információ feldolgozásra kerül.

Nagy gondot fordítunk szaknyelvünk higiéniájára. Tezauruszt, szókincsjegyzéket készítettünk a zavaró szinonimák kiküszöbölésére. Tárgyszójegyzékünk valójában kulcsszójegyzék a tervezett gépi információ szolgálatra való tekintettel.

Fejlődési beszámolónk az önképzés formájában leghatékonyabb folyamatos mérnöktovábbképzéshez nyújt szilárd alapot az olajmérnökök számára és ezzel szolgálja a műszaki fejlesztést.

Nemzetközi szabványosítási hírek

A KGST Szabványügyi ÁB szakértői 1972 márciusában, Berlinben tartott szakértői ülésükön az alábbi szabványajánlás-tervezeteket egyeztették:

1. Fémporok. Rézpor. Anyagminőségek és műszaki előírások (Témavezető: NDK)
2. Keményfémek. Vizsgálati módszerek. Koercitiv erő meghatározása (Témavezető: SZU)
3. Keményfémek. Vizsgálati módszerek. Fajlagos villamos ellenállás meghatározása (Témavezető: SZU)
4. Keményfémek. Vizsgálati módszerek. Rugalmassági modulusz meghatározása (Témavezető: SZU)
5. Keményfémek. Vizsgálati módszerek. Szövetszerkezet meghatározása (Témavezető: SZU)

Az ajánlásokat az érdekelt tagállamok 1974 decemberéig szándékoznak nemzeti szabványaikba bevezetni.

*

A KGST Szabványügyi ÁB szakértői 1972 márciusában Szófiában egyeztették a BNK témavezetésében kidolgozott „Ferromangán. Anyagminőségek és műszaki előírások" ajánlástervezetet, melyet a tagállamok 1974 júniusáig szándékoznak nemzeti szabványaikba átvenni.

Az egyeztetett tervezet egy szüraffiné (80% mn, 0,5% C), három affiné (80, ill. 75% Mn, 1,0, 1,5, ill. 2,0% C) és három karburé (78, 76, ill. 70% Mn és 7,0% C) minőséget tartalmaz.

K. E.

Az NSZK-beli fémkohász és bányász egyesület közgyűlése

A *Gesellschaft Deutscher Metallhütten und Bergleute (Clausthal—Zellerfeld)* április végén *Stuttgartban* tartotta jubileumi közgyűlését. A közgyűlés keretében rendezett 3 napos előadássorozat témája a környezetvédelem a fémkohászatban, ezen belül elsősorban az alumíniumiparban, volt.

A *plenáris előadások* közül *G. de Weisse (Zürich)* Európa bauxitellátását vázolta, különös tekintettel a tengerentúli ellátásra. *K. Bielfeldt (Bonn)* a timföldgyártás eljárástechnikai feladatait ismertette, *G. Wilde (Grevenbroich)* az alumíniumelektrolízis fejlesztési irányelveiről szólt.

A *szekcióülések* keretében figyelemre méltó előadást tartott *S. Christie (Melbourne)* Ausztrália szerepéről a világ alumínium-szektorában. Nagy sikere volt a magyar előadásnak is, amelyet *Dobos Gy.—Solymár K.—Horváth Gy.* szerzők közül *Solymár Károly* adott elő *„Elvi és technológiai problémák a vörösiszap komplex feldolgozásánál"* címmel.

Az ünnepélyes *közgyűlésen Gerd Glatzel* egyesületi elnök megnyitója után *Stuttgard* város főpolgármestere köszöntötte a 60 éves jubileumát ünneplő egyesületet, majd *Lomniczy Dezső* a 80 éves OMBKE, az idősebb társegyesület nevében köszöntötte a jubiláló egyesületet és átadta *Gerd Glatzel* elnöknek a *„Johann Thadäus Peinthner"* emlékérmet, mint egyesületünk ajándékát.

Az ünnepi előadássorozatot gyárlátogatások, operaelőadás és a főpolgármester fogadása tették még emlékezetesebbé.

L. D.

Műszaki és gazdasági hírek

1972. első félévében az *ausztrál Comalco* vállalat 3,9 millió tonna bauxitot termelt ki *Weipában*, s ez az előző év hasonló időszakához képest 22%-os növekedést mutat. A termelés nem volt egyenletes, ugyanis a három hónapos japán tengerészsztrájk következtében a második negyedévben csak 1,7 millió tonna bauxitot termeltek ki, ami elmarad a tavalyi hasonló időszak eredménye mögött.

A vállalat alumínium kohóinak termelése az első negyedévi 25 ezer tonnáról a második negyedév végére megközelítette a 30 ezer tonnát.

Metal Bulletin, 1972. augusztus 1.

*

A *nyugatnémet alumíniumtermelők* azzal a kéréssel fordultak a *Német Kartell Hivatalhoz*, hogy az részükre engedélyezze hazai árkartell felállítását, amely hathatós segítséget nyújtana a belső alumíniumpiaci nehézségek felszámolásához. A német alumíniumipar nehézségeit négy tényezővel indokolják:

— az általános alumíniumipari túltermelési válság;

— a nyugatnémet gazdaság növekedésének lelassulása és az 1971-es recesszió;

— a nyugatnémet alumíniumárakat dollárbázison állapítják meg, így a márka felértékelése következtében csökkent a belső alumíniumár;

— dömpingáron történő import.

Metal Bulletin, 1972. augusztus 1.

*

Az *Alcan Alumínium Ltd.* az 1972-es év első felében rekordnagyságú forgalmat bonyolított le: alumíniumszállításai elérték a 745 ezer tonnát, mely 7%-kal múlja felül az 1971 első félévi 698 ezer tonnás mennyiséget. A növekedésben visszatükröződik az a tény, hogy az Alcan leányvállalatainak üzleti pozíciója — elsősorban Nyugat-Európában és Latin-Amerikában — megszilárdult.

Mining Journal, 1972. augusztus 4.

*

Braziliában Oriximpia és *Paragominas* tartományokban összesen 2 milliárd tonnára becsült bauxitkészleteket fedeztek fel. A jelentések szerint az itt található érc magas Al_2O_3 tartalmú, míg SiO_2 tartalma alacsony.

Metal Bulletin, 1972. augusztus 15.

*

1972. első félévében a japán *Sumitomo Chemical*nak a timföld- és alumínium-eladásokból származó bevétele 5,7%-kal volt magasabb, mint 1971. második felében. A társaság a következő félévben további 5—6%-os bevételnövekedésre számít.

Metal Bulletin, 1972. augusztus 11.

*

A *Guyana Bauxite Company* bejelentette, hogy a másfél hónappal ezelőtt leállított *lindeni timföldüzeme* újból megkezdte a termelést, mely a tavalyi 330 ezer tonnáról az idén előreláthatóan 280 ezer tonnára csökken.

1972-ben *Guybau* a *Szovjetunióval* 140 ezer, *Kínával* pedig 30 ezer tonna *timföld exportjára* kötött szerződést. Az említetteken kívül az *NSZK*-val, az *NDK*-val és *Olaszországgal* kötöttek timföldszállítási megállapodást.

A *Guybau* tárgyalásokat folytat az ország bauxitkincsét korábban ellenőrző *Alcan* konszernnek, körülbelül 1 millió tonna bauxit exportjáról.

A *kalcinált bauxit* terén a guyanai eladások növekednek, és úgy tűnik, hogy ezen a területen Guyana a közeljövőben monopolhelyzetbe kerül a piacon. E termékből tavaly 620 ezer tonnát exportáltak, idén pedig 640—650 ezer tonna kivitelét tervezik. A vállalat hosszútávú tervében 1977-re 1 millió tonna kalcinált bauxit eladása szerepel.

A Guybau tevékenységében új vonás a timföldhidrát előállítása.

A guyanai kormány erőfeszítéseket tesz egy *alumíniumkohó* felállítása érdekében, de az energiaprobléma megoldása előtt erre nem kerülhet sor.

The Financial Times, 1972. augusztus 10.

*

Bár számos probléma vár még megoldásra ahhoz, hogy az *Okinawa Alumínium* végső döntést hozzon az *Okinawán* történő 200 000 tonna évi kapacitásúra tervezett elsődleges alumíniumot előállító üzem felépítéséről, számos japán vállalat készít terveket alumínium-feldolgozó üzemek létesítéséről.

Az *NLM „Okinawa Light Metal"* néven leányvállalatot hozott létre, mely már üzembe is állított egy hengerművet.

Metal Bulletin, 1972. augusztus 4.

*

Az 1971/72-es pénzügyi évben *India* elsődleges alumíniumtermelése 182 ezer tonna volt, 8%-kal magasabb az előző pénzügyi év termelésénél.

Metal Bulletin, 1972. augusztus 11.

*

A *Metal Bulletin augusztusi különszámában* tanulmány jelent meg arról, hogy a Közös Piac kibővülése milyen hatást gyakorol az érintett országokban a fémpiac helyzetére. Az alábbiak röviden ismertetjük az *alumíniumpiaccal kapcsolatos előrejelzéseket.*

A Közös Piac tagországainak elsődleges alumíniumtermelése (ezer tonna)

Ország	1970.	1971.
Franciaország	381,0	383,6
NSZK	309,3	427,5
Olaszország	146,7	136,4
Hollandia	75,0	116,5
Anglia	119,2	125,6
Összesen	1558,1	1718,2

A Közös Piac tagországainak elsődleges alumíniumfogyasztása (ezer tonna)

Ország	1970.	1971.
Belgium	166,0	174,0
Franciaország	367,1	413,3
NSZK	642,3	669,8
Olaszország	258,0	279,0
Hollandia	48,8	56,6
Dánia	8,0	9,6
Norvégia	68,1	73,4
Írország	5,1	3,2
Anglia	387,7	404,2
Összesen:	1946,1	2084,0

A fenti táblázatok alapján megállapíthatjuk, hogy 1973. január 1-től az Európai Gazdasági Közösség önellátottsága lényegesen megváltozik. Az alapító országok önellátottsági foka kb. 65%-os, azonban a csatlakozni kívánó országok termelését és fogyasztását is figyelembe véve ez a mutató 89%-ra változik. Meg kell jegyeznünk, hogy a múlt évben az európai alumíniumkohók a kedvezőtlen piaci helyzet miatt jelentős kapacitáskihasználatlansággal működtek, ezért — legalábbis elméletileg — 1973-ra az Európai Gazdasági Közösség az elsődleges alumínium területén önellátó lesz. Ha azonban a tervezett kapacitásbővítésekkel együtt járó termelésnövekedést is figyelembe vesszük, az EGK hamarosan nettó exportőr is lehet.

A Közösség számára a helyzet még kedvezőbb, ha a társult országok termelését is számításba vesszük. A jelenlegi társult országok közül *Kamerun* és *Surinam* jelentős termelők (110 ezer tonna, ill. 55 ezer tonna). Feldolgozatlan alumíniumtermékekre vonatkozóan a Közös Piac harmadik országokkal szemben alkalmazott vámtarifája 8% — a Közös Piacon belül, a társult országokat is figyelembe véve, ez a tétel vámmentes —, ez a Közös Piac számára bizonyos fokú függetlenséget jelent az elsődleges alumíniumellátás területén.

Az EGK kibővülésével a társult országok száma is nőni fog. Ezek elsősorban a *Brit Nemzetközösség* tagországai lesznek, melyek nagy többsége iparilag kevésbé fejlett, így csak igen kis mértékben járul hozzá az alumínium-össztermeléshez és összfogyasztáshoz. Kivételt képez e tekintetben *Ghana*. Néhány társult és társulandó országnak a timföld szállítások szempontjából van nagyobb jelentősége.

A következő táblázatból megállapíthatjuk, hogy a Közös Piac 4 országa — a jelenlegi alumíniumtermelő kapacitások mellett — timföldből önellátó. A timföldre vonatkozó külső vámtarifa jelenleg 8,8%. Ez a Közös Piachoz való csatlakozáskor Anglia számára gondot jelent, ugyanis Anglia alumíniumkohói csaknem teljes mértékben importált timföldet dolgoznak fel, mely timföldnek legnagyobb része eddig vámmentesen léphetett be Angliába. Az EGK kibővítése után a timföld harmadik országokkal szemben alkalmazott közös vámtarifája 5,5% lesz.

A Közös Piac országainak évi kapacitása 1971. végén

Ország	Termelő cég	Timföld (1000 t)	Elsődleges alumínium (1000 t)
Franciaország	PUK	1 350	432
NSZK	VAW	640	295
	Martinswerk	380	—
	Rheinfelden	—	68
	Giulini	130	22
	Kaiser-Preussay	—	64
	Leichmetallgesellschaft	—	126
Olaszország ...	Montedison	210	123
	SAVA	—	60
	Alcan	—	5
Hollandia	Aluminium Delfzijl	—	96
	Pechiney Nederland	—	83
		2 710	1 374

A Közös Piacon belül tovább növelik a timföldüzemek számát. Új üzem épül a *hollandiai Ulissingenben, Szardínia szigetén Porto Vesne*-ben és az *NSZK-beli Wilhelmshavenban*. A társult országok közül *Görögországban* növelni kívánják a timföld és alumíniumtermelő kapacitást és kiépítik a bauxit-timföldipart a *Malgas Köztársaságban*. A norvég és az angliai elsődleges alumíniumgyártás erősen függ az import-timföldtől, ezért *Jamaica*-nak és *Guyana*-nak a Közösségbe való bevonása jó ellátási forrás lenne az említett országok számára. Az *Alcan* tanulmányozza annak a lehetőségét, hogy az európai kontinensen esetleg *Irországban* timföldüzemet létesítsen.

A Közös Piachoz való csatlakozás igen kedvező helyzetet teremt *Norvégia* elsődleges alumíniumtermelő ipara számára *(Ha Norvégia belépne! Szerk.)*, mely az utóbbi időben nehézségekkel küzd, mivel két legnagyobb exportpiacán, az *NSZK*-ban és *Angliában* az utóbbi néhány évben jelentősen megnövelték az elsődleges alumíniumtermelő kapacitást, és a két ország importja csökkent. *Norvégia* alumínium-félkésztermékekből nettó exportőr. Hazai iparát 9%-os importvámmal védi, melynek eltörlése a konkurrencia erősödéséhez fog vezetni, ugyanakkor várhatóan *Norvégia* alumínium-félkésztermék-exportja is növekedni fog, melynek eddig fő felvevő piacai a skandináv országok voltak.

A hazai ipar fejlesztése ellenére nem várható, hogy *Anglia* a közeljövőben nettó exportőr vagy akárcsak önellátó lenne elsődleges alumíniumtermékekből. Jelenleg *Anglia* importszükségletét *Kanadából* és *Norvégiából* fedezi, az áru vámmentesen kerül be az országba, mivel nemzetközösségi, ill. EFTA-eredetű. Előrejelzések szerint 1974-re az ország elsődleges alumíniumtermelése évi 350 ezer tonna lesz — ez a mennyiség az ország szükségletének mintegy 80%-át fogja fedezni — importja pedig évi 100 ezer tonna.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy az *Európai Gazdasági Közösség kibővülésével az érintett országok az alumíniumtermelő vertikumban gyakorlatilag önellátóak*, egyes területeken nettó exportőrök lesznek, mely együtt jár majd az EGK-n belüli konkurrencia kiéleződésével és a közös külső vámtarifa bevezetése következményeként a tagországok bizonyos fokú elzárkózásával.

Metal Bulletin, 1972. augusztus

A ma tudománya — a holnap technikája

OLVASSA RENDSZERESEN MŰSZAKI TUDOMÁNYOS SZAKLAPJAINKAT!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Anyagmozgatás, Csomagolás
Bányászati és Kohászati Lapok
BÁNYÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Bányászati és Kohászati Lapok
KOHÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
ÖNTÖDE
Bőr- és Cipőtechnika
Elektrotechnika
Energia és Atomtechnika
Élelmezési Ipar
Építőanyag
Épületgépészet
Az Erdő
Faipar
Finommechanika
Fizikai Szemle
Gép
Gépgyártástechnológia
Hidrológiai Közlöny
Híradástechnika
Ipari Energiagazdálkodás
Ipargazdaság
Járművek, Mezőgazdasági Gépek
Kép- és Hangtechnika
Közlekedéstudományi Szemle
Magyar Alumínium
Magyar Építőipar
Magyar Grafika
Magyar Kémiai Folyóirat
Magyar Kémikusok Lapja
Magyar Textiltechnika
Mélyépítéstudományi Szemle
Mérés és Automatika
Műanyag és Gumi
Műszaki Élet
Papíripar
Városépítés
Villamosság

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,
a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámlájára vagy átutalással, valamint
a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK

V., Váci utca 10.
VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA

VII., Lenin körút 9—11. I. em. 120. (222-251).