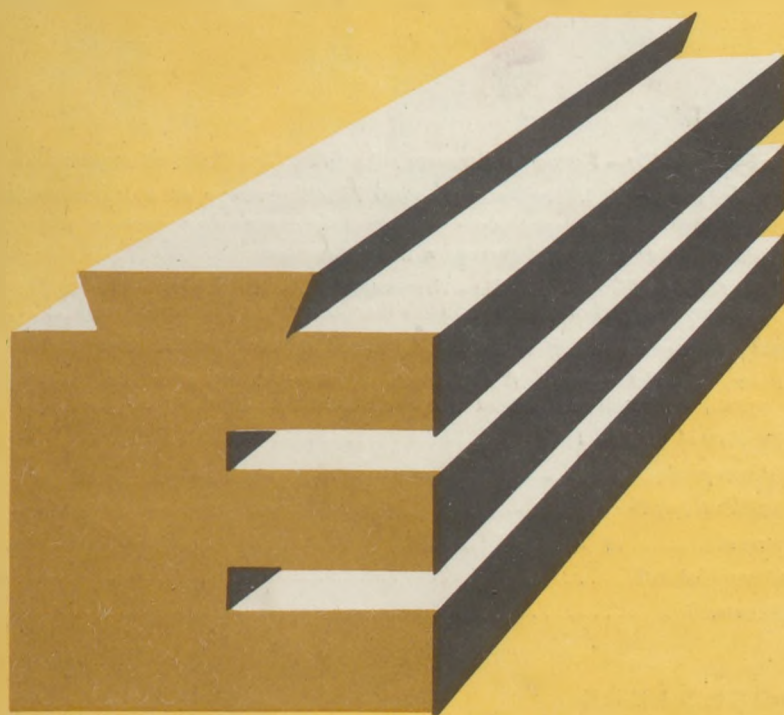


302 935



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

12

XXXIV. ÉVFOLYAM

BUDAPEST, 1982. DECEMBER

ÉPÍTŐANYAG 34 (12) 441—480 (1982)

ÉPÍTŐANYAG

A mész- és cement-,
az üveg-, a finomkerámia-,
a téglá-, a cserép-,
a kő-kavics- és betonipar,
a szigetelőanyagok iparának
tudományos szakirodalmi
folyóíráta

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula Károly

Csáktornyai Béla

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Dr. Träger Tamás

Vajda László

TARTALOM

<i>Opoczky Ludmilla – Farnady Ferencné:</i> Az őrlés kinetikája és egyensúlyi állapotok	441
<i>Pethő Szilveszter:</i> A körbejárás tényező hibafüggvénye és a legkedvezőbb mérési feltételei	450
<i>Kacsalova Lidia:</i> A korund szerepe a biokerámiában	454
<i>Kisbán Gábor – Németh Miklós – Ormándlaky Zsolt:</i> Házgyárak termékre vetített fajlagos energiafelhasználásai II. Villamosenergia felhasználások	462
<i>Barna István – Fehér Zoltán:</i> Szélvédő üvegek vakuumkeretes előragasztása	466
<i>Krähner, A – Gathemann, B.:</i> Változó nyersanyagkomponensek és megváltozott nyersliszt kondíciók hatása a nyersliszt reakcióképességére	470
Baritz Árpád (1913 – 1982)	449
Kitüntettjeink	453
Szabadalmi figyelő	461
Lapszemle	465, 473
Konferenciahírek	474
Tájékoztató	B III

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Опоцки, Л. — Фарнади, Ф. — не:</i> Кинетика измельчения и состояния равновесия	441
<i>Петё С.:</i> Функция погрешности коэффициента циркуляции и наиболее благоприятные условия измерения	450
<i>Качалова Л.:</i> Биокерамика и значение корунда в ней	454
<i>Кишбан, Г. — Немет, М. — Ормандлаки, Ж.:</i> Раходы удельной энергии при производстве ртдельных изделий на домостроительных комбинатах	462
<i>Барна, И. — Фехер, З.:</i> Предварительное оклеивание ветровзащитных стекол вакуумными рамами	466
<i>Крэхнер, А. — Гатеманн, В.:</i> Влияние различных сырьевых компонентов и изменяющихся условий кондиционирования на реакционную способность сырьевой муки	470

INHALT

<i>Opoczky, Ludmilla – Farnady, Ferencné:</i> Die Kinetik des Mahlprozesses und Gleichgewichtszustände	441
<i>Pethő, Szilveszter:</i> Die Fehlerfunktion des Kreislauffaktors und dessen günstigste Meßbedingungen	450
<i>Katschalova, Lidia:</i> Die Bedeutung von Biokeramik und Korund	454
<i>Kisbán, Gábor – Németh, Miklós – Ormándlaky, Zsolt:</i> Auf die Produkte bezogener spezifischer Energieaufwand der Hausbauelementenbetriebe	462
<i>Barna, István – Fehér, Zoltán:</i> Vorverklebung von Windschutzscheiben mit Vakuumrahmen	466
<i>Krähner, A. – Gathemann, B.:</i> Über den Einfluß wechselnder Rohstoffkomponenten und veränderten Rohmehlkonditionierung auf die Rohmehlreaktivität	470

CONTENTS

<i>Opoczky, Ludmilla – Farnady, Ferencné:</i> Kinetics and Equilibrium of Grinding	441
<i>Pethő, Szilveszter:</i> Error Function of Recirculation Number and its Optimum Measuring Conditions	450
<i>Kachalova, Lidia:</i> Bioceramics and the Role of Corundum	454
<i>Kisbán, Gábor – Németh, Miklós – Ormándlaky, Zsolt:</i> Specific Energy Consumption of House Factories, II.: Electric Energy	462
<i>Barna, István – Fehér, Zoltán:</i> Pre-pasting of Windshield Glasses in Vacuum Frame	466
<i>Krähner, A. – Gathemann, B.:</i> Effect of Changing Raw Material Components and Raw Meal Conditioning on the Reactivity of Raw Meal	470

Az őrlés kinetikája és egyensúlyi állapotok

OPOCZKY LUDMILLA – FARNADY FERENCNÉ

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

Az őrlemény mindenkor fizikai állapotáról a legtöbb információt a szemcseméret-eloszlás adja. Hosszú évek hazai tapasztalatai szerint a szilikátipari őrlemények (kvarc, mészkő, cement, stb.) szemcseméret-eloszlásának leírására a ROSIN – RAMMLER – SPERLING – BENNETT (RRSB) egyenlet jól alkalmazható (BEKE [1]). Az őrlési folyamat RRSB-egyenlet alapján történő vizsgálata egyértelműen a statikus szemléletmódot segíti elő; az időben való változás vizsgálatára a statikus paramétereken keresztül – egyenletességi tényező (n), finomsági mérőszám ($\bar{x}$) – azonban csupán közvetve alkalmas.

Rögzített szemcseméret esetében az időbeli függvény leírására sok próbálkozás történt (TOVAROV [2], AUSTIN – KLIMPEL [3], FURUYA és munkat. [4], stb.), az RRSB-hez hasonló érvényű összefüggést azonban nem sikerült meghatározni; az érvényesség mindenkor a Rittinger-szakaszra korlátozódik.

A szilikátipari gyakorlatban az őrlési folyamat időbeli leírására leginkább a TOVAROV-egyenletet használják.

A Tovarov-egyenlet érvényességének előzetes vizsgálata kimutatta, hogy az egyenlet nem minden – általunk megvizsgált – anyagra érvényes továbbá azt, hogy egy adott anyag más-más szemcseméreteire vonatkozóan az egyenlet érvényessége más-más őrlési idő-tartományon belül jelentkezik. A Tovarov-egyenletnek megfelelő szakaszok az egyes szemcseméretekre vonatkozóan nem feltétlenül az őrlés kezdetén (tehát a durva őrlés szakaszában) jelentkeznek.

Ezen eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az őrlés időbeli alakulását leíró szitamamaradék változását alaposabb vizsgálat alá kell vetni, kiterjesztve azt a finom őrlés szakaszára is.

Kísérleti anyagok és módszerek

A kísérleti anyagok természetes ásványi anyagok (talkum, gipszkő, mészkő, kalcit, aplit, kvarc) és cement-, illetve mészipari termékek (égetett mész, cementklinkerek) voltak. A kapott eredmények bemutatásához négy anyagot – kalcit, kvarc és két cementklinker – választottunk ki. A vizsgált anyagok fontosabb jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A kísérleteinkhez használt laboratóriumi őrlőberendezés 5 liter űrtartalmú, percnként 68 fordulatszámmal 8 kg 20 × 20 mm-es acél cilpebsszel töltött acélköpenyű malom volt. Az anyagok őrléséhez való előkészítése kalapácsos törőn (3,4 mm-es felső mérethatár) történt. A kísérleti malomba feladott anyagmennyiség 1 kg. Az őrlést minimálisan 5 óráig folytattuk. Egyes esetekben hosszabb ideig tartó őrléseket is végeztünk. A mintavétel meghatározott időnként a malom teljes kiürítésével történt.

Az előállított őrlemények szemcseméret szerinti összetételét 60 μm -ig szitálással, az alatt Robinson – Köhn készülékben üleptéssel határoztuk meg. Diszperziós közegként abszolút alkoholt, illetve desztillált vizet, stabilizáló anyagként kalcium-kloridot, illetve nátrium-pirofoszfátot alkalmaztunk. A kapott eredményeket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

	Kalcit	Kvare	Klinker (1)	Klinker (2)
Kémiai összetétel				
tömeg %				
Izz. vesz.	43,98	—	0,53	0,72
SiO ₂	—	99,99	22,75	22,76
Al ₂ O ₃	—	—	5,25	5,27
Fe ₂ O ₃	—	—	2,01	3,53
TiO ₂	—	—	0,35	0,32
CaO	56,00	—	65,56	65,83
MgO	—	—	3,75	0,80
MnO	—	—	0,04	0,04
Na ₂ O	—	—	0,38	0,17
K ₂ O	—	—	0,27	0,64
SO ₃	—	—	nyom.	0,27
Ásványi összetétel				
tömeg %			Klinker (1)	Klinker (2)
	C ₃ S (alit)		64,00* 55,89**	61,00* 53,84**
	C ₂ S (belit)		18,00 23,05	20,00 24,63
	C ₃ A		12,00 10,51	8,00 7,99
	C ₄ AF		4,00 6,12	8,00 10,74
Sűrűség (kg·m ⁻³)	2690	2640	3150	3180
Mikrokeménység MPa (N mm ⁻²)	1090	11200	—	—

* Röntgendiffraktométerrel meghatározott

** Bogue szerint számított

A szitamaradék és az őrlési sebesség időbeli változására jellemző görbetípusok

Az őrlés-kinetika elemzéséhez Hüttig munkái [5] adták az alapgondolatot. Hüttig számos anyaggal végzett kísérletek alapján feltételezte az „őrlés egyensúlyi állapotának” létezését, de ennek definícióját nem fogalmazta meg.

A szitamaradék őrlési idő szerinti változásának ($R(t)$) vizsgálatánál abból indultunk ki, hogy az őrlés eredménye egy aprózódási (a szitamaradék csökkenése) és egy durvulási (a szitamaradék részecske-kölcsönhatás okozta növekedése) folyamat eredője.

Ennek megfelelően:

- *finomodást* akkor észlelünk, ha az aprózódás az adott időpillanatban a részecske-kölcsönhatásnál nagyobb mértékű;
- *durvulást* akkor észlelünk, ha az aprózódás az adott időpillanatban a részecske-kölcsönhatásnál kisebb mértékű;
- ha az adott időpillanatban az aprózódás és a részecske-kölcsönhatás azonos mértékű, akkor *dinamikus egyensúly* jön létre. Ilyen egyensúlyi állapot bekövetkezhet az őrlés folyamán *átmeneti jelleggel* az őrlés kezdeti szakaszában,

vagy pedig *állandósult jelleggel*, tartós tartományként általában hosszú ideig tartó őrlésnél.

Megvizsgáltuk továbbá az őrlési sebesség időbeli változását is adott anyagok esetében. Az *őrlési sebesség* alatt az áthullásfüggvény idő szerinti első differenciálhányadosát értjük:

$$\frac{\partial D(x, t)}{\partial t} = \frac{\partial R(x, t)}{\partial t} \quad (1)$$

Ilyen megfogalmazásban az őrlési sebesség olyan mérőszám, amely alkalmas a t őrlési időnél annak az anyagmennyiségnek a jellemzésére, amely szemeséinek mérete az x -méretet egységnyi idő alatt bármely irányból átlépi: finomodáskor pozitív, durvuláskor negatív, ha változás nem történik, nulla a mérőszám:

- ha $\frac{\partial D}{\partial t} > 0$, a szitamaradék az idővel csökken.

Az aprózódás ebben az esetben a részecske-kölcsönhatásnál nagyobb mértékű;

- ha $\frac{\partial D}{\partial t} < 0$, a szitamaradék az idővel növekszik. Az aprózódás a részecske-kölcsönhatásnál kisebb mértékű;

Örlési idő h	> 200 μm	> 90 μm	> 63 μm	> 30 μm	> 10 μm	> 5 μm	> 3 μm	n^*	$\bar{x}^*$ μm
KALCIT									
0,25	0,15	23,45	35,25	55,72	81,40	90,09	93,72	1,0202	48
0,50	0,10	9,20	20,80	44,87	71,76	83,61	89,30	0,9381	33
0,75	0,20	6,52	14,15	37,35	63,72	78,19	86,09	0,8596	27
1,00	0,46	3,86	10,56	31,52	57,09	73,65	82,17	0,7910	23
2,00	1,20	3,90	8,50	23,23	47,44	63,92	74,22	0,6547	17
5,00**	4,20	7,01	10,05	21,25	40,92	60,95	78,03	0,5877	18
KVARC									
1,00	0,00	12,25	33,25	61,45	86,07	93,96	96,54	1,1734	53
2,00	0,00	0,25	2,75	32,99	76,62	89,43	93,40	1,3314	25
5,00	0,00	0,00	0,00	6,34	50,30	72,84	85,31	1,2282	13
10,00	0,00	0,00	0,00	0,76	37,53	66,80	81,49	1,3753	10
15,00	0,00	0,00	0,00	0,10	27,53	61,34	70,19	1,3287	8
20,00	0,00	0,00	0,00	16,35	28,83	57,40	72,18	0,7492	11
25,00	0,00	0,00	0,00	17,06	36,87	58,60	73,74	0,7532	12
KLINKER (1)									
0,25	7,80	34,80	45,20	71,69	92,90	97,29	98,67	1,2621	83
0,50	0,70	9,70	23,90	58,58	87,78	94,99	97,48	1,2786	50
1,00	0,10	2,30	11,50	47,77	83,11	93,07	97,36	1,3356	38
2,00	0,20	1,20	6,10	39,52	76,03	90,62	96,71	1,2652	33
3,00	0,20	0,70	3,20	34,51	70,22	86,95	95,96	1,2080	29
5,00	0,20	1,00	4,00	25,77	64,04	83,45	94,17	1,1056	26
10,00	0,30	0,80	2,40	22,72	57,97	75,89	88,65	0,9548	21
KLINKER (2)									
0,25	2,10	35,20	48,20	72,85	92,82	97,92	99,12	1,2011	77
0,50	0,10	11,40	29,10	62,14	88,66	95,62	98,21	1,3768	51
1,00	0,00	1,20	8,10	46,41	82,57	93,50	97,75	1,4925	34
2,00	0,20	0,40	1,20	31,07	74,74	89,07	96,54	1,2893	29
3,00	0,60	1,00	1,30	25,45	67,86	85,53	95,02	1,1443	27
5,00	0,80	1,10	1,50	21,87	65,45	83,40	94,91	1,1090	26
10,00	0,20	0,50	0,90	17,82	56,96	76,63	92,25	1,0486	21

* n és $\bar{x}$ a RRSB-egyenlet állandóit [n az egyenes iránytangense (egyenletességi tényező), $\bar{x}$ a 36,8%-os szitamaradéknak megfelelő szemcseméret (finomsági mérőszám)] a szemcseméret- és szitamaradék-értékpárok transzformálása után korrelációs és regressziós számításokkal határoztuk meg.

** Erős tapadás miatt az örlést tovább nem tudtuk folytatni.

– ha $\frac{\partial D}{\partial t} = 0$, a szitamaradék az adott örlési időnél változatlan. Ez a *dinamikus egyensúlyi állapot* létrejöttét jelenti.

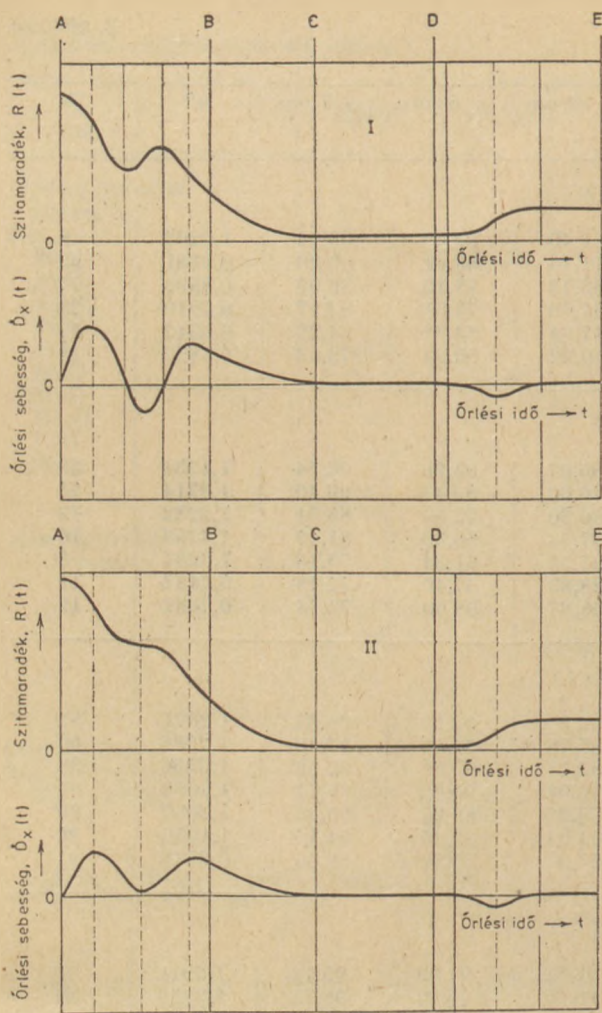
A $\frac{\partial D}{\partial t} = 0$ egyenlőség az x -méretnél t örlési idő mellett többféleképpen jöhet létre:

– $\frac{\partial D(x, \tau_0)}{\partial t} = 0$ és $\frac{\partial D(x, t)}{\partial t}$ függvény a $t = \tau_0^*$ időpontban pozitívból negatív irányba előjelet vált. Ekkor a $D(x, t)$ függvénynek maximuma, az $R(x, t)$ függvénynek minimuma van. *Átmeneti jellegű dinamikus egyensúlyi állapot* lép fel, a τ_0 -időpontban a finomodás durvulásba fordul át;

– $\frac{\partial D(x, \tau_0)}{\partial t} = 0$ és $\frac{\partial D(x, t)}{\partial t}$ függvény a $t = \tau_0^*$ időpontban negatívból pozitív irányba előjelet vált. Ekkor $D(x, t)$ -nek minimuma, $R(x, t)$ -nek maximuma van. Ez is *átmeneti jellegű dinamikus egyensúly*, τ_0 -időpontban a durvulás finomodásba fordul át;

– $\frac{\partial D(x, \tau_0)}{\partial t} = 0$ és $\frac{\partial D(x, t)}{\partial t} > 0$ a $t = \tau_0$ -időpont előtt és után. Ekkor a $D(x, t)$ -nek és $R(x, t)$ -nek τ_0 -időpontban vízszintes érintőjű inflexiós pontja van. Ez is *átmeneti jellegű dina-*

τ -val az egyensúlyi állapotot létrehozó örlési időt jelöltük.



1. ábra

1. ábra. A szitammaradék és az őrlési sebesség időbeli változásait jellemző görbetípusok

mikus egyensúlyi állapot, mely már az őrlési sebesség nullára csökkenésében is jelentkezik, bár a folyamat alaptendenciája a finomodás;

$$\frac{\partial D(x, t)}{\partial t} = 0 \text{ a } \tau_1 \leq t \leq \tau_2 \text{ őrlési idő tartományban.}$$

Ez azt jelenti, hogy $\tau_1 \leq t \leq \tau_2$ őrlési idő tartományban $D(x, t) = \text{konst.}$ és $R(x, t) = \text{konst.}$ Ez már az *állandósult jellegű dinamikus egyensúly*, amelynek létrejötte az *adott szemcseméretre vonatkozóan a finomodás befejeződését* jelenti.

Valamennyi kísérleti anyag összes szitammaradékára, illetve őrlési sebességére vonatkozó időgörbét összeillesztve kétféle $R(t)$, illetve $\dot{D}_x(t)$ görbetípust kaptunk (1. ábra).

E kétféle görbetípuson belül négy szakaszt különböztettünk meg:

Első szakasz: (A-B): $R(t)$ görbén hullámosan ereszkedő szakasz. Alaptendencia: a finomodás. A két görbetípus e szakasz alakulásában tér el egymástól. Az I. görbetípus váltakozóan minimumo-

kat s maximumokat, míg a II. görbetípus csak inflexiós pontokat tartalmaz. Ezek között fordulnak elő a vízszintes érintőjű inflexiós pontok is.

Ezeket a különbségeket a sebességgörbék $[\dot{D}_x(t)]$ alakulása alapján értelmeztük.

Az I. típusú sebességgörbe esetén az őrlési sebesség negatív értéktartománya durvulást, nulla helye átmeneti dinamikus egyensúlyt, pozitív értéktartománya pedig finomodást jelent. A görbe hullámzó szakaszán belül előforduló nulla helyek (azaz a szitammaradék-függvény maximum vagy minimum helyei) *átmeneti dinamikus egyensúlyi* állapot létrejöttét jelzik, ami a részecske-kölcsönhatás következménye. A részecske-kölcsönhatás ebben az esetben szitammaradék növekedést okoz. Az átmeneti dinamikus egyensúlyi állapot bekövetkezése e szakaszban nem jelenti a finomodás befejeződését.

A II. típusú sebességgörbén az A-B szakasz hullámzása csak a pozitív értékek között megy végbe. A részecske-kölcsönhatás ebben az esetben a szitammaradék csökkenését lassítja, illetve az őrlési sebesség pozitív értékek közötti hullámzó jellegű változását (csökkenés, illetve növekedés) idézi elő.

Második szakasz (B-C): Simán ereszkedő szakasz, a finomodás jellegzetes szakasza. Ez írható le a Tovarov-egyenlettel. Az őrlési sebesség ebben a szakaszban folyamatosan csökken.

Harmadik szakasz (C-D): Ereszkedő szakasz után *állandósult jellegű dinamikus egyensúlyi* szakasz következik.

Az itt fellépő őrlési sebesség nulla értéke a finomodás befejeződését jelenti az x -méretre még akkor is, ha a nulla sebesség-tartomány időben átmeneti jellegű, azaz ponttá zsugorodik.

Negyedik szakasz (D-E): Változatlan $R(t)$ szakasz után emelkedő szakasz: az állandósult részecske-kölcsönhatás, illetve durvulás szakasza. A szitammaradék növekedése és az őrlési sebesség negatív értékei ezt egyértelműen bizonyítják.

Megemlítjük, hogy valamennyi megvizsgált egykomponensű ásványi anyag a II., míg a cementklinkerek zöme az I. görbetípus szerint őrlődik.

Szitammaradék-, és őrlési sebességfelületek

A szitammaradék-vizsgálat statikus feldolgozásmódja a teljes őrleményre rögzített őrlési idő mellett, a dinamikus feldolgozás pedig a teljes vizsgált őrlési idő-tartományra egyedi méretek esetén ad az őrlési folyamatról információt. Az őrlési folyamat azonban nem egyedi méretek és meg-

határozott őrlésidők mellett, hanem ezek összeségében játszódik le.

A következőkben a szitamamaradék-értékeket a választott őrlési idő és a vizsgált szitaméretetek függvényében kétváltozós, felületként kezeljük. A rögzített őrlésidőknél a megadott szitaméret-sorozattal (statikus feldolgozásmód), illetve a rögzített szitaméreteknél megadott őrlésidőkkel (dinamikus feldolgozásmód) történő szitamamaradék-vizsgálat ugyanis egymással azonos, két változó szerint rendezhető eredményeket ad.

A kiválasztott minták szitamamaradék-felületeit a 2. – 5. ábrák mutatják. Az $R(x, t)$ szitamamaradék-felület tengelyekkel párhuzamos metszetei rögzített őrlésidő mellett ($t = \text{állandó}$) az $R_t(x)$ szitamamaradék-szemcseméret, rögzített szemcseméret mellett ($x = \text{állandó}$) az $R_x(t)$ szitamamaradék-őrlési idő görbéket tartalmazzák (2/1. – 5/1. ábra).

Az őrlési sebességet, amelyet eleve a kétváltozós szitamamaradék-függvényből származtattunk, a teljes szitaméret-, és őrlésidő-tartományban a kétváltozós $\dot{D}(x, t)$ felület írja le.

A kiválasztott minták őrlési sebesség-felületei a 2/2. – 5/2. ábrán láthatók. A felület időtengellyel párhuzamos metszetei a szemcseméretet ($x = \text{állandó}$, ezek az előzőekben már bemutatott $\dot{D}_x(t)$ őrlési sebesség-időgörbék), az őrlési felület mérettengellyel párhuzamos metszetei pedig az őrlésidőt ($t = \text{állandó}$, $\dot{D}_t(x)$ őrlési sebesség-szemcseméret görbék) rögzítik.

A $\dot{D}_t(x)$ görbéket a 6. – 8. ábrán külön is bemutatjuk. Az őrlési sebesség-szemcseméret görbék haranggörbe jellegűek; maximummal, esetleg (például kalcit esetében) mellékmaximummal is rendelkeznek. A hosszabb őrlésidőknél a görbék egyre laposodnak, sőt egyes anyagoknál átlépnek a negatív értéktartományba is. A maximum a görbék laposodásával egyidejűleg eltolódik a csökkenő méretek felé. A $\dot{D}_t(x)$ görbék felhasználhatók az őrlési folyamat időbeli alakulásának kvantitatív értékelésére is.

Az őrlési sebesség-felület lehetőséget ad az egyedi szemcseméretre definiált őrlési egyensúlyi állapot fogalmának általánosítására.

Az őrlési egyensúly állapotgörbéje

Az adott méretre vonatkozó dinamikus egyensúlyi állapot az őrlési sebesség nulla-értékénél jelentkezhet [$\dot{D}_t(x) = 0$], amely geometriailag a $\dot{D}_t(x)$ őrlési sebesség-időgörbe és az időtengely metszéspontját határozza meg. Az adott méret esetén a *dinamikus egyensúlyi* állapot lehet *átmeneti*, vagy *állandósult jellegű*, érvényesülhet adott

időpontban, időpontokban, vagy időtartamban, de mindenképpen a *finomodás* és *durvulás* legalább egy-egy szakaszát határolja el egymástól.

Az egyes méretekre vonatkozó dinamikus egyensúlyi állapot helyét a sebességfelületen a $\dot{D}(x, t) = 0$ feltételt kielégítő síkgörbe – geometriailag a felület és az őrlésidő-szemcseméret alapsík metszészvonala – tartalmazza. Ez a görbe a felületen a finomodás és a durvulás határvonala, az őrlés folyamán kialakult dinamikus egyensúlyi állapot „nyomvonala”, az *őrlési egyensúly állapotgörbéje* (2/2 – 5/2. ábra).

A dinamikus egyensúly jellegének megfelelően az állapotgörbe megjelenése történhet az őrlés kezdeti szakaszán, és ekkor a részecske-kölcsönhatás (aggregáció) következtében létrejövő átmeneti „tapadás” területét határolja körül; vagy az őrlés előrehaladásával az állandósult „tapadási” területet határolja el, azaz az őrlődés befejeződésének folyamatát jelzi.

A kiválasztott anyagok állapotgörbéi az őrlési sebességfelületek ábráján láthatók.

A kalcit és a kvarc esetén az őrlési idő előrehaladásával a nagy szemcseméretektől a kisebbek felé vonuló egyetlen állapotgörbe jelenik meg az állandósult „tapadási” területet a finomodástól elválasztva. A különbség az, hogy a kalcitnál az egyensúlyi görbe már a viszonylag rövid őrlés-időktől (2/2. ábra), míg a kvarcnál csak a hosszabb őrlésidőktől kezdve alakul ki. A lépcsősség az állandósult egyensúlyi szakaszok megjelenését mutatja (3/2. ábra).

A klinkerminták esetén az átmeneti tapadást határoló egyensúlyi görbe kialakulása figyelhető meg; a 2-es mintánál a hosszú őrlésidőknél a kis szemcseméretektől kiindulva kezdődik meg az állandósult tapadást elhatároló egyensúlyi görbe kialakulása (4/2 – 5/2. ábra).

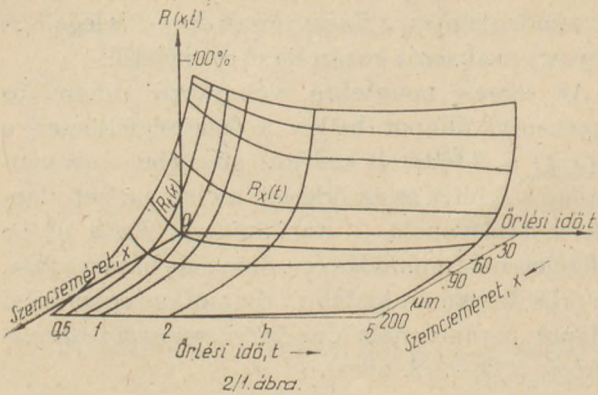
Fontosabb megállapítások

Az őrlési folyamat értékeléséhez a szitamamaradék-értékek statikus feldolgozásmódján kívül dinamikus feldolgozásmódot is alkalmaztunk. Ez vezetett az adott szemcseméretre vonatkozóan az $R_x(t)$ szitamamaradék és a $\dot{D}_x(t)$ őrlési sebesség időfüggvények általános alakjának meghatározásához.

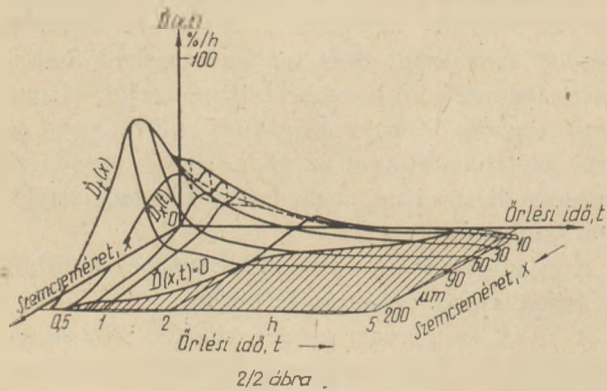
Az adott szemcsemérethez tartozó $R_x(t)$ szitamamaradék és $\dot{D}_x(t)$ őrlési sebesség időbeli változása *kétféle görbetípussal* jellemezhető, melyek az őrlés kezdeti szakaszának alakulásában különböznek egymástól.

Az I. görbetípus szerint őrlhető anyagok esetében a részecske-kölcsönhatás átmeneti jelleggel

KALCIT



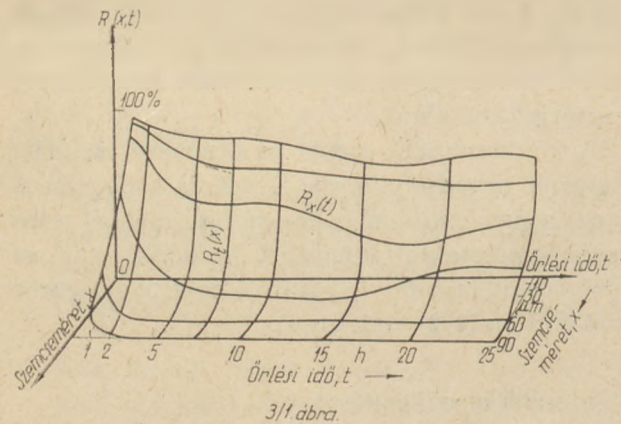
2/1. ábra.



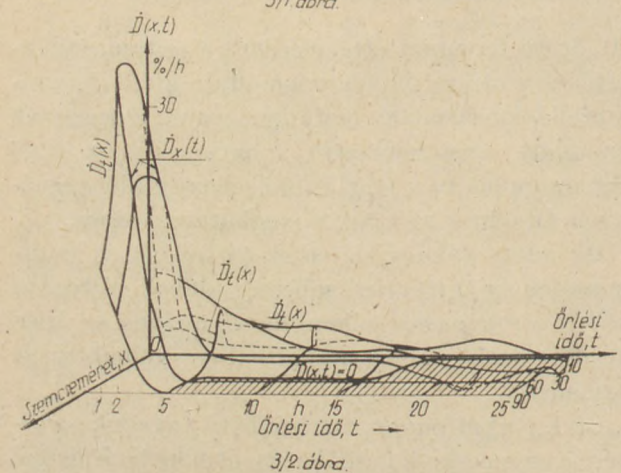
2/2. ábra.

2–5. ábra. A kétváltozós függvényben nyert eredmények felületen való ábrázolása
 $R_x(t)$ szitamaradék-szemcseméret görbék rögzített őrlési idő mellett (t-állandó)
 $\dot{D}_t(x)$ őrlési sebesség-szemcseméret görbék rögzített őrlési idő mellett (t-állandó)

KVARC

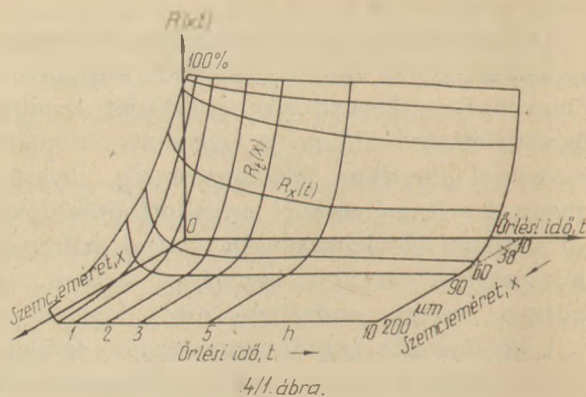


3/1. ábra.

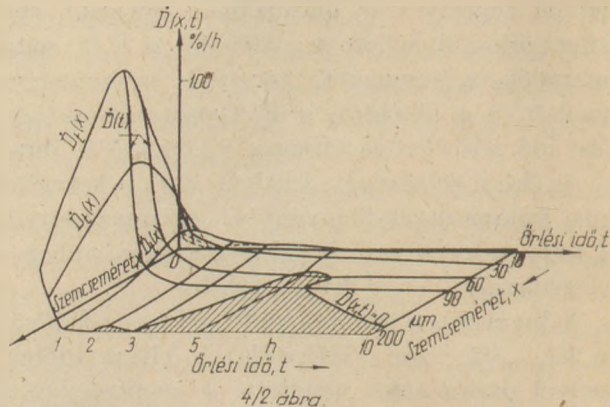


3/2. ábra.

KLINKER (1)



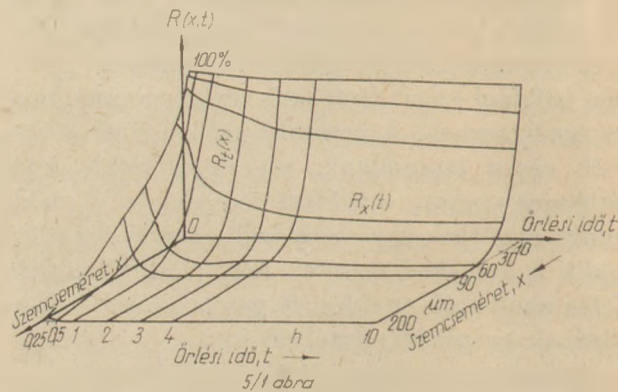
4/1. ábra.



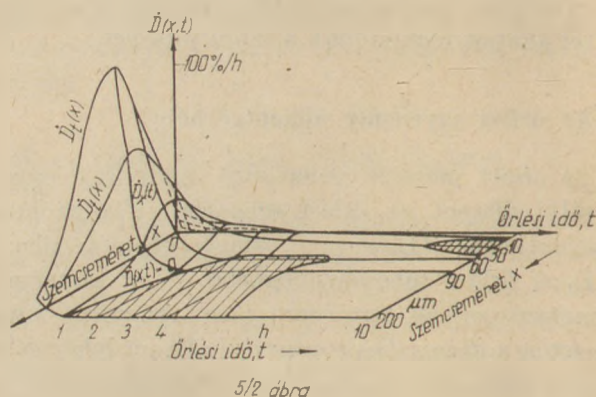
4/2. ábra.

$R_x(t)$ szitamaradék-őrési idő görbék rögzített szemcseméret mellett (x-állandó)
 $\dot{D}_t(x)$ őrlési sebesség-szemcseméret görbék rögzített őrési idő mellett (t-állandó)
 $\dot{D}_x(t)$ őrési sebesség-idő görbék rögzített szemcseméret mellett (x-állandó)
 $\dot{D}(x,t)=0$ az őrési egyensúly állapotgörbéje

KLINKER (2)

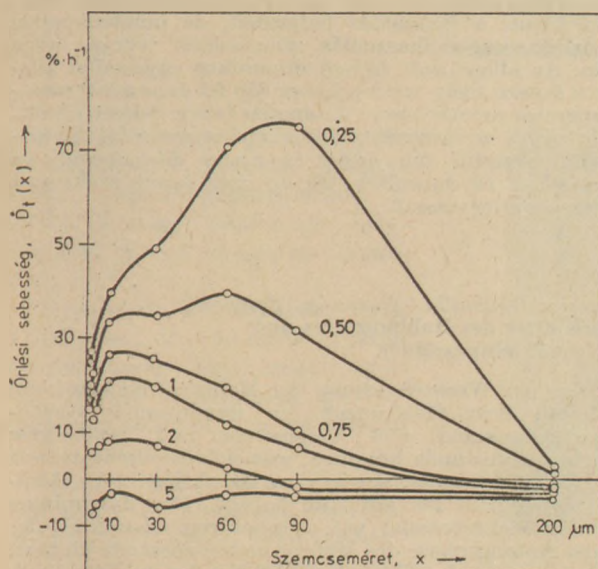


5/1. ábra.



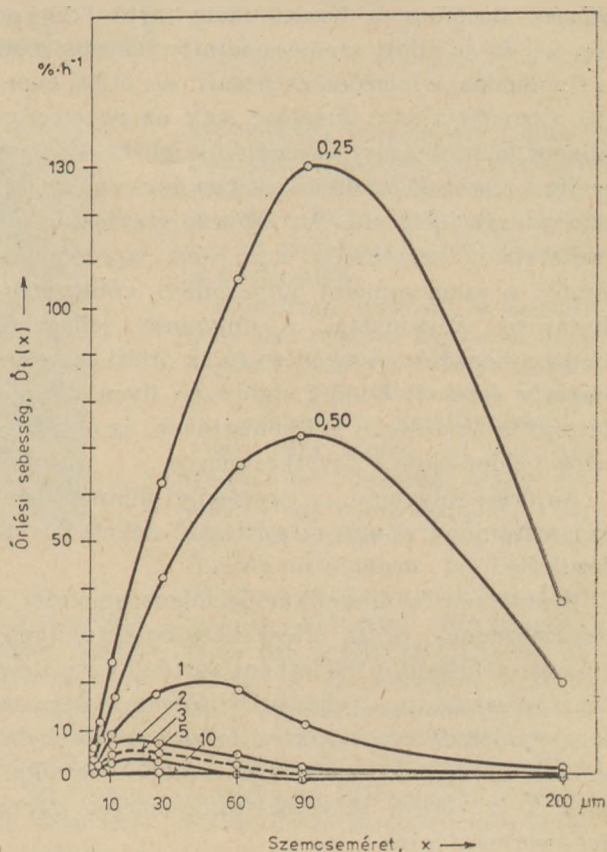
5/2. ábra.

KALCIT

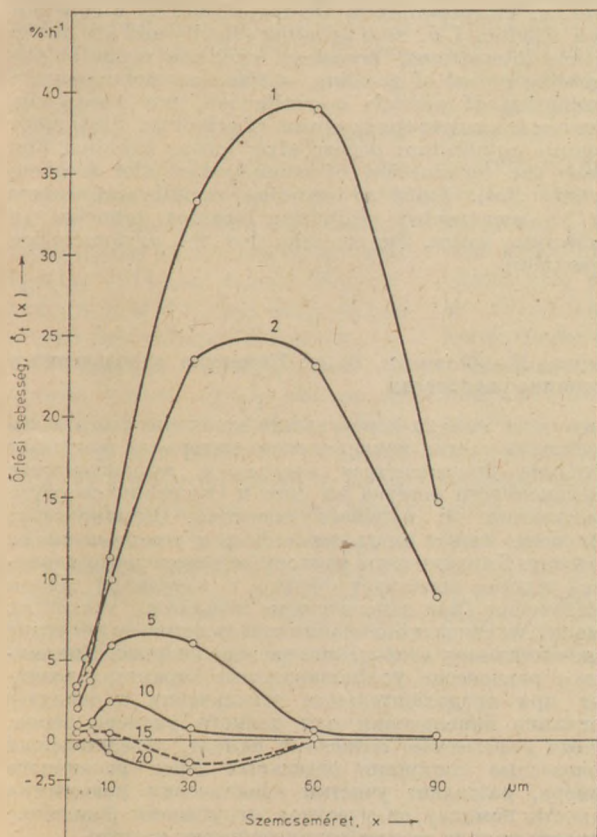


6–8. ábra. A rögzített időpontban felvett örlési sebesség változása a szemcseméret függvényében (paraméter örlési idő órában)

KLINKER (1)



KVARC



a szitamaradék növekedését, illetve az örlési sebesség előjelének pozitívból negatív irányba való változását okozza.

A II. görbetípus szerint őrlhető anyagoknál a részecske-kölcsönhatás csupán a szitamaradék csökkenését lassítja, illetve az örlési sebesség pozitív értékek közötti hullámzó jellegű változását (csökkenés, illetve növekedés) idézi elő.

Az adott szemcsemérethez tartozó $R_x(t)$ szitamaradék-, illetve $\dot{D}_x(t)$ sebesség-időgörbék elemzése alapján arra következtetünk, hogy a részecske-kölcsönhatás következtében az őrlés folyamán a szitamaradék változatlanságában, valamint az örlési sebesség nullára való csökkenésében megnyilvánuló átmeneti és állandósult dinamikus egyensúly alakulhat ki.

Az átmeneti jellegű dinamikus egyensúly, mely az őrlés kezdeti szakaszán jön létre, mindenképpen az örlési energiafelhasználás növekedését vonja maga után, de nem jelenti a finomodás befejezését. Az átmeneti dinamikus egyensúlyi állapot létrejötte a részecskék *gyenge összetapadásának*, az *aggregációnak* a következménye. Az őrlés folytatásakor az összetapadt részecskéket ilyenkor újbóli aprózódás kíséri; a folyamat alaptendenciája a szemcseméret csökkenése, azaz a finomodás.

Az állandósult jellegű dinamikus egyensúlyi állapot általában a hosszú ideig tartó őrléskor lép fel, és az adott szemcseméretre vonatkozóan a finomodás befejeződését jelenti. Az őrlési energia a továbbiakban látszólag csak az egyensúlyi állapot fenntartására használódik fel, valóságban pedig a részecskék felületi, illetve mechanokémiai aktiválását idézi elő. Az őrlés folytatásakor az összetapadt részecskék már nem aprózódnak újból; a szemcseméret növekedése válik meghatározó folyamattá. A folyamat jellegéből (a szitamaradék növekedése és az őrlési sebesség negatív értékei) adódik, hogy az ilyen állapot létrejötte az erősebb kölcsönhatások, az *agglomeráció* fellépésének a következménye.

Az őrlés folyamán az egyensúlyi állapot más-más szitaméretnél más-más őrlésidő mellett következik be.

A statikus és dinamikus feldolgozásmóddal a szitamaradék-, és az őrlési sebesség kétváltozós (méret és őrlésidő) felületként történő egyesítése lehetőséget adott a teljes őrlési folyamat közvetlen szemléltetésére, az őrlési folyamat előrehaladási stádiumának kvantitatív értékelésére alkalmas $\bar{D}_t(x)$ őrlési sebesség-szemcseméret görbe megszerkesztésére.

A kétváltozós $\bar{D}(x, t)$ őrlési sebességfelület segítségével értelmeztük az *őrlési egyensúlyi állapotgörbéjét*, amely az egyes szemcseméreteknél fellépő egyensúlyi állapotok szemcseméret-őrlésidő helyeit tartalmazza. Az őrlési egyensúlyi állapotgörbéje mindenkor a finomodást és durvulást, illetve azok egyes szakaszait határolja el egymástól.

Az őrlés kinetikájának elemzése a részecske-kölcsönhatás minőségileg különböző fokozatainak létezésére vonatkozó korábbi megállapításainkat megerősítette [OPOCZKY [6]].

IRODALOM

- [1] Beke, B.: Aprításmélet. Akadémiai Kiadó Budapest 1963
- [2] В.В. Товаров: Труды совещания по применению вибропомола в промышленности строительных материалов. Промстройиздат, Москва 1957, 90. 0.
- [3] Austin, L. — Klimpel, R.: Ind. Eng. Chem. 56, 18 (1964)
- [4] Furuya, M. — Nakajima, Y. — Tanaka, T.: Ind. Eng. Chem. 10, 449 (1971)
- [5] Hüttig, G.: Zement-Kalk-Gips 7, 151 (1945)
- [6] Opoczky, L.: European Symp. Particle Technology 1980, Amsterdam, Prep., Vol. A, 302 (1980)

Opoczky Ludmilla — Farnady Ferencné:
Az őrlés kinetikája és egyensúlyi állapotok

A részecske-kölcsönhatás következtében az őrlés folyamán a szitamaradék változatlanságában, valamint az őrlési sebesség nullára való csökkenésében meg-

nyilvánuló átmeneti és állandósult jellegű dinamikus egyensúly, mely az őrlés kezdeti szakaszán jön létre, nem jelenti a finomodás befejeződését, de mindenképpen az őrlési energiafelhasználás növekedését vonja maga után. Az állandósult jellegű dinamikus egyensúlyi állapot a hosszú ideig tartó őrléskor lép fel és az adott szemcseméretre vonatkozóan a finomodás befejeződését jelenti.

Az egyes szemcseméretnél fellépő egyensúlyi állapotokat összesítő ún. *őrlési egyensúlyi állapotgörbéje* a finomodást és durvulást, illetve azok egyes szakaszait határolja el egymástól.

Opoczky, Ludmilla — Farnady, Ferencné:
Die Kinetik des Mahlprozesses und Gleichgewichtszustände

Zufolge der Wechselwirkung der Mahlstoffteilchen kann während dem Mahlprozeß ein dynamischer Gleichgewichtszustand von temporärem und stationärem Charakter zustande kommen, was sich in der Invarianz des Siebrückstandes, sowie dem Herabsinken der Mahlgeschwindigkeit bis auf Null äußert. Der dynamische Gleichgewichtszustand von temporärem Charakter, der in der Anfangsphase des Mahlprozesses zustande kommt, bedeutet nicht das Ende der Verfeinerung, zieht jedoch jedenfalls das Anwachsen des Mahlenergieaufwandes nach sich. Der dynamische Gleichgewichtszustand von stationärem Charakter tritt bei Mahlprozessen längerer Zeitdauer auf und bedeutet bzgl. der gegebenen Korngröße den Abschluß des Verfeinerungsprozesses.

Die bei den einzelnen Korngrößen auftretenden Gleichgewichtszustände summierende sog. Gleichgewichtszustandskurve und Mahlprozesses grenzt die einzelnen Abschnitte der feineren und gröberen Vermahlung voneinander ab.

Opoczky, Ludmilla — Farnady, Ferencné:
Kinetics and Equilibrium of Grinding

Transient or stationary equilibria may occur during grinding. These equilibria are manifested by a constant sieve residue, i. e. zero grinding velocity and are due to particle interactions. Transient equilibria occur at the beginning period of grinding — this does not mean the termination of particle comminution, but necessarily increases the power consumption of grinding. Stationary dynamic equilibrium occurs after longer grinding and means the termination of comminution (for a given particle size). State of grinding equilibrium curves can be constructed delimiting various branches of equilibrium states, the comminution and agglomeration of particles.

Опоцки, Л. — Фарнади, Ф.-не: Кинетика измельчения и состояние равновесия

В процессе помола в результате поверхностного взаимодействия частиц измельчаемого материала возникает состояние *динамического равновесия*, выражающееся в неизменности остатка на сите и снижении скорости измельчения до нулевого значения. Динамическое равновесие может иметь *переходный* и *установившийся* характер. Динамическое равновесие переходного характера) которое возникает обычно в начальной стадии измельчения (при относительно невысоких тонкостях помола), не означает окончание измельчения, но приводит к значительному повышению расхода энергии. Динамическое равновесие установившегося характера возникает при продолжительном измельчении и означает окончание измельчения для данного размера зерна. *Кривая равновесного состояния помола*, объединяющая равновесные состояния отдельных зерен различного размера, разделяет участки измельчения повышения тонкости помола) от участков огрубления (снижение тонкости помола за счет взаимодействия частиц).

BARITZ ÁRPÁD (1913 – 1982)



1982. aug. 19-én nagy megrendülést kiváltó hír érkezett. Elhunyt Baritz Árpád gépészmérnök a SZIKKTI nagy tiszteletet, megbecsülést élvező nyugdíjas dolgozója.

Pályatársak és barátok, akik évtizedeken át ismerték rokon-szenves, szerény egyéniségét, szakmai értékeit és érdemeit mélységesen megdöbbentek a váratlanul jött hír hallatára.

Nap-nap után újra- és újra elhangzott a visszatérő kérdés: „Hihető, hogy Árpád nincs többé?” A természet örök törvénye szerint az emberi életet, lelket hordozó testi váz a világegyetem óráján mérve pillanat alatt, emberi léptékekkel mérve néhány évtizedes lét után porrá válik. Életünknek a születés és elmúlás egymást törvényszerűen követő, megváltoztathatatlan tételei. Bár állandóan ebben a tudatban élünk, mégis nagyon nehéz a szomorú véget tudomásul venni, elfelejteni. Árpád egyéni élete is megszűnt, de folytatódik mint Apának élete természetes áttétellel gyermekeiben és unokáiban, mint alkotó mérnöknek pedig életműve hatása él tovább munkatársai, barátai körében.

Erdélyben, Désen született 1913-ban. Gépészmérnöki oklevelét Temesváron 1938-ban szerezte. 1941-ig Romániában különböző vállalatoknál üzemmérnöki munkát végzett. 1941-ben került Magyarországra, a WM Csepel Gépgyárban tervező mérnökként dolgozott.

A magyar Üvegiparnak a háborút követő újjáépítésében az első naptól kezdve nehéz, felelős posztokon állt helyt és mutatott példát az önzetlenül vállalt, sokszor kockázatos és áldozatos munkában.

1945-ben a Csepeli Üveggyár szervezésével bízták meg, 1949-től a Zagyvapálfalvi Üveggyár főmérnöke, 1952-től az Építésügyi Minisztériumban az Üvegipari Igaz-

gatóság Műszaki Osztályvezetője, majd a Műszaki Fejlesztési Főosztály Szilikátipari Osztályának vezetőhelyettese volt, 1967 végétől a SZIKKTI-nél az Orosházi Síküveggyár beruházásának előkészítésével foglalkozott, majd a Beruházási Főosztály vezetőjeként dolgozott. Nyugállományba vonulásától az Intézet műszaki tanácsadójaként működött közre az üvegipari műszaki fejlesztésében. Az az ember volt, aki választott szakmáját igazi hivatásának tekintette, a sokszor napi kétműszakot is betöltő munkája közben is tudott időt szakítani a családjával való foglalkozásra, egészséges kikapcsolódásra, egyéni sikere és boldog családi élete segítette a fáradságát kipihenni és az újabb feladatokhoz erőt gyűjteni. Sok nehéz feladatot oldott meg egyéni munkájában és az évtizedeken át közreműködő kollektívákkal együttműködve.

Értékes munkát végzett a Zagyvapálfalvi Üveggyár bővítésénél és az Orosházi Üveggyár üzembehelyezésének irányításában. Sokrétű, eredményes munkát végzett a szilikátipari, elsősorban üvegipari technológiák gépesítésében, korszerűsítésében, az építőanyagipar távlati fejlesztési, kutatási célkitűzéseinek kialakításában, ellenőrzésében.

Eredményes munkájáért többször részesült kitüntetésben. Megkapta 1964-ben és 1974-ben a Munka Érdemrend Ezüst fokozata, 1953-ban az Építőipar Kiváló Dolgozója kitüntetést.

Intenzíven résztvett a Szilikátipari Tudományos Egyesület munkájában, amelynek megalakulása óta tagja volt. Éveken át volt az Üvegszakosztály vezetője, majd 1966–1975 között az Egyesület főtitkár helyetteseként végzett széleskörű egyesületi munkát. Vezetője volt a Petrik Lajos pályázat Bírálóbizottságának és Diploma-pályázat Bizottságának, az Alapszabály módosító bizottságnak, tagja volt a METESZ Díjbizottságának. A kiemelkedően végzett, lelkiismeretes társadalmi munkájáért, sikeres egyesületi tevékenységéért 1969-ben Szilikátiparért Érem és kétízben, 1975 és 1980 évben az ÉVM Kiváló Munkáért kitüntetésben részesült.

Munkájának hatása és eredménye tovább él a hazai építőanyagipar több évtizedes fejlesztésével megvalósított korszerű létesítményekben. De él az üzemi vezetőmérnöknek, a felelős posztokon működő műszaki-gazdasági vezetőnek, a szakmai oktatásban résztvevő sok tapasztalatot átadó kollegának gondolattermékenyítő hatása is az új szakmai nemzedékben, mindazokban, akikkel élete során együtt dolgozott.

Ez a hatás tükröződött életében az iránta érzett őszinte tiszteletben. Emlékének ápolása fennmarad az együttműködő nemzedék tagjaiban, munkatársaiban, mint az emberi és szakmai szempontból egyaránt példamutató alkotó ember iránt érzett kötelezettség. Közvetlen munkatársai úgy őrzik meg emlékezetükben Baritz Árpádot, mint nemeslelkű, őszinte embert, mindenkor segítőkész kitűnő munkatársat, igaz barátot.

Nyugodjék békében.

A körbejárási tényező hibafüggvénye és legkedvezőbb mérési feltételei

PETHŐ SZILVESZTER

Nehézipari Műszaki Egyetem, Ásványelőkészítési Tanszék, Miskolc

1. Bevezetés

Beke professzor szerint [1] a cementipari kör-folyamatos őrlés legfőbb jellemzője az U körbejárási szám. A körfolyamatos rendszer vázlatát az 1. ábra mutatja [1]. M a malom, S az osztályozó; A , D , G és P anyagfolyamatok t/h -ban. Legyen a , d , g és p ugyanezen termékeknek egy meghatározott szemcsenagyságnál durvább vagy finomabb, ill. egy meghatározott szemcsenagysághoz eső tömeghányada.

U körbejárási szám a szélosztályozóra vezetett D őrlemény és a P finom, kész termék tömegének hányadosa, tehát a finom termék tömegkihozatalának reciproka. Ugyanez a termékek tömegének ismerete nélkül a d , p és g tömegeloszlásokkal is kifejezhető,

$$U = \frac{D}{P} = \frac{g-p}{g-d} \quad (1)$$

A körbejárási tényező 1-nél nagyobb szám, határesetben $U = 1$.

2. A körbejárási szám hibafüggvénye

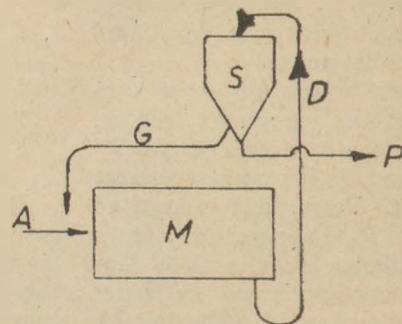
A körbejárási szám hibafüggvényét a hibatovaterjedés törvényének alkalmazásával lehet levezetni. Legyen μ_U az (1) szerinti körbejárási szám, μ_g , μ_p és μ_d a tömegeloszlások meghatározásának hibája, akkor

$$\mu_U^2 = \left(\frac{\partial U}{\partial g} \right)^2 \mu_g^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial p} \right)^2 \mu_p^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial d} \right)^2 \mu_d^2 \quad (2)$$

Az itt szereplő részleges differenciálhányadosok a következők,

$$\frac{\partial U}{\partial g} = \frac{p-d}{(g-d)^2} = \frac{1-U}{g-d} \quad (3)$$

$$\frac{\partial U}{\partial p} = -\frac{1}{g-d} \quad (4)$$



1. ábra. Körfolyamatos rendszer vázlata

$$\frac{\partial U}{\partial d} = -\frac{g-p}{(g-d)^2} = -\frac{U}{g-d} \quad (5)$$

A részleges differenciálhányadosokat előbb a tömegeloszlások segítségével, ezt követően a körbejárási tényező behelyettesítésével fejtettük ki. Így a hibafüggvény is kétféle módon fejthető ki,

$$\mu_U^2 = \frac{1}{(g-d)^4} [(p-d)^2 \mu_g^2 + (g-d)^2 \mu_p^2 + (g-p)^2 \mu_d^2] \quad (6)$$

Az itt szereplő különbségek közül a szétválasztási termékek tömegeloszlásának $g-p$ különbsége a legnagyobb, tehát a μ_U hiba csökkentését elsősorban az őrleményelemezésének μ_d pontosságának fokozásával lehet elérni. A $g-d$ különbség értéke viszont azért jelentős, mivel ez a nevezőben a negyedik hatványon szerepel. — A körbejárási tényező behelyettesítésével a hibafüggvény

$$\mu_U^2 = \frac{1}{(g-d)^2} [(1-U)^2 \mu_g^2 + \mu_p^2 + U^2 \mu_d^2] \quad (7)$$

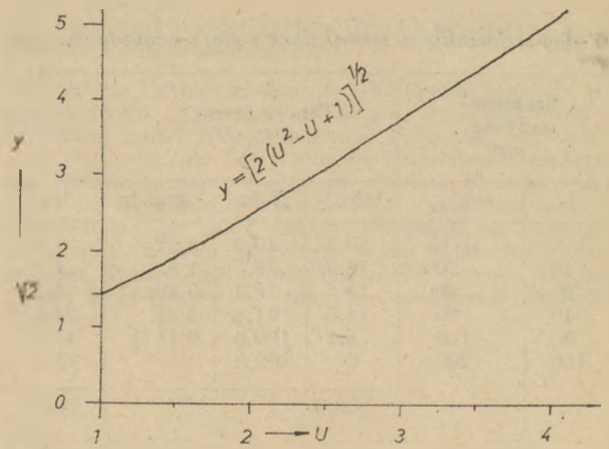
szerint alakul. Ez a függvény is arra mutat rá, hogy a μ_U hiba csökkentése érdekében az osztályozóra kerülő őrlemény elemzési hibája csökkentendő, mivel $|U| > |1-U|$ és $U > 1$. Amennyiben U értéke közel 1, úgy $1-U$ értéke közel 0, ekkor a durva termék μ_g elemzési hibája

aránylag nagy lehet. Amennyiben $\mu_s^2 = \mu_p^2 = \mu_d^2 = \mu^2$, akkor az előbbi függvény

$$\mu_U^2 = \frac{2}{(g-d)^2} (U^2 - U + 1) \mu^2 \quad (8)$$

alakot veszi fel. Eszerint a körbejárási tényező μ_U hibája fordítva arányos $g-d$ -vel, tehát a nyers örlemény és a visszajáró durva termék tömegeloszlásának különbségével, és az $y = [2(U^2 - U + 1)]^{1/2}$ függvény értelmében a körbejárási szám nagyságától is függ.

Az $y = [2(U^2 - U + 1)]^{1/2}$ összefüggésnek U függvényében való változását a 2. ábra mutatja. Az y függvény értéke $U = 1$ -nél $\sqrt{2}$, 2-nél nagyobb körbejárási számok esetén y értéke nagyjából lineárisan növekszik.



2. ábra. $y = [2(U^2 - U + 1)]^{1/2}$ változása U függvényében

3. A körbejárási tényező meghatározásának optimális mérési feltételei

Az optimális mérési feltételeket a (7) összefüggésnek a szögletes zárójelen belül levő tagjainak egyenlővé tételével és a $g-d$ különbség maximumának megkeresésével biztosítani lehet.

3.1 Az elemzési hibák a körbejárási tényező rögzített hibája mellett

A körbejárási tényező μ_U hibájának rögzítésével és (7) összefüggésnek a szögletes zárójelen belül levő tagjainak egyenlővé tételével a termékek megengedhető elemzési hibái kiszámíthatók. Ezzel a módszerrel a hibafüggvény tagjainak arányos, egyúttal a μ_U hiba hatásos csökkentése érhető el.

A (7) összefüggés egyes tagjait Z -vel jelölve, és egymással egyenlővé téve,

$$Z = (1-U)^2 \mu_s^2 = \mu_p^2 = U^2 \mu_d^2$$

a körbejárási tényező μ_U^2 hibanégyzete

$$\mu_U^2 = \frac{3Z}{(g-d)^2} \quad (9)$$

szerint is kifejezhető. Innen μ_U rögzítésével és az előbbi Z jelölés figyelembevételével az elemzési hibák a következők

$$\mu_s^2 = \frac{(g-d)^2}{3(1-U)^2} \mu_U^2 \quad (10)$$

$$\mu_p^2 = \frac{(g-d)^2}{3} \mu_U^2 \quad (11)$$

és

$$\mu_d^2 = \frac{(g-d)^2}{3U^2} \mu_U^2 \quad (12)$$

Ezek szerint a finom termék elemzési hibája a körbejárási számtól független, a visszajáró durva terméké és az örleményé azzal fordítva arányos. $U \rightarrow 1$ mellett, különösen a visszajáró durva termékénél aránylag nagy elemzési hibák engedhetők meg. U növekedésével azonban a durva termék és az örlemény egyre pontosabb elemzésére van szükség. A legpontosabban mindig a szélosztályozóra feladott örlemény elemzendő meg.

3.2 A körbejárási szám hibája a feladás és a durva termék maximális tömegeloszlás különbségénél

A (7) és (8) összefüggések szerint a körbejárási szám hibája a feladás és a visszajáró durva termék tömegeloszlásának különbségével fordítva arányos. A (10), (11) és (12) összefüggések értelmében rögzített μ_U mellett a termékek megengedhető elemzési hibája ugyanezen különbséggel egyenesen arányos. Mindezek miatt körbejárási szám folyamatos meghatározására irányuló méréseknél a termékek szitaelemzését annál a szemcsenagyságnál célszerű végezni, amelynél a feladás és a durva termék kumulatív tömeghányadának különbsége maximális. Direkt tömeghányadokkal a kisebb különbség miatt nem célszerű dolgozni.

Ez a maximális tömeghányad különbség a relatív mediánál jelentkezik [2]. Ennél a szemcsenagyságnál a nyersanyag és a két szétválasztási termék sűrűségfüggvényeinek könnyen beláthatóan közös metszéspontja van, emiatt az eloszlásfüggvények közötti ordináta szakaszok nagysága itt a legnagyobb. A bizonyítást egy szélosztályozó termékeinek szemcsenagyságeloszlás függvényeivel kapcsolatban mutatjuk be.

Wedag-szélosztályozó termékeinek szemcsenagyság elemzése

Szemcsenagyság, μm		Finom termék, 0,42 (P)			Durva termék 0,58 (9)			Feladás 1,– D			d – g	μ_U
x_i	$-x_{i+1}$	Δm_i	$\Sigma \Delta m_i$	$\Delta m_i / \Delta x_i$	Δm_i	$\Sigma \Delta m_i$	$\Delta m_i / \Delta x_i$	Δm_i	$\Sigma \Delta m_i$	$\Delta m_i / \Delta x_i$		
	< 10	40,2	40,2	4,02	1,2	1,2	0,12	17,58	17,58	1,758	16,38	0,1788
10	– 20	18,3	58,5	1,83	1,8	3,0	0,18	8,73	26,31	0,873	23,31	0,1256
20	– 40	19,8	78,3	0,89	4,7	7,7	0,235	11,04	37,35	0,552	29,65	0,0984
40	– 90	13,5	91,8	0,31	23,2	30,9	0,464	19,13	56,48	0,3826	25,58	0,1144
90	– 160	8,2	100,0	0,1171	43,4	74,3	0,62	28,62	85,10	0,4089	10,80	0,2711
160	– 200	0	100,0	–	25,7	100,0	0,6425	14,90	100,00	0,3725	0	∞
		100,0			100,0			100,0				

Az 1. táblázatban egy Wedag-szélosztályozó termékeinek szemcsenagyságelemzési adatai találhatók meg: mindhárom termékre vonatkozóan a Δm_i direkt, a $\Sigma \Delta m_i$ kumulatív tömeghányadok és a $\Delta m_i / \Delta x_i$ gyakoriságok. A 3. ábrán a gyakoriság értékekkel az $f_D(x)$, $f_P(x)$ és $f_Y(x)$ sűrűségfüggvényeket, a kumulatív tömeghányadokkal az

$F_D(x)$, $F_P(x)$ és $F_Y(x)$ szitaáthullási függvényeket rajzoltuk meg. – A mérés szerint a finom termék tömegkihozatala 0,42, a körbejárási szám $1/0,42 = 2,381$.

A három sűrűségfüggvény közös metszéspontjának abszcisszája $x_{\frac{1}{2}r} = 57 \mu\text{m}$, a relatív medián. Éppen a közös metszéspont alapján bizonyítható, hogy a

$$\int_0^x f_Y(x) dx + \int_x^{x_{\max}} f_D(x) dx$$

területszek összege $x = x_{\frac{1}{2}r}$ -nél minimuma van. Ez pedig azt is jelenti, hogy az $F_Y(x) + 1 - F_D(x)$ ordináta hosszaknak az előbbi paraméternél minimuma, a komplementer $F_D(x) - F_Y(x)$ értéknek pedig maximuma van. A 3. ábrán a maximális $F_D(x_{\frac{1}{2}r}) - F_Y(x_{\frac{1}{2}r})$ tömegeloszlás különbség, 30,1%, be is van jelölve.

Az 1. táblázatban a nyersanyag és a durva termék tömegeloszlásának különbségei is ki vannak számítva, és az utolsó oszlopban $\mu = 1\%$ -os elemzési hiba feltételezésével a (8) összefüggéssel számított μ_U hiba is megtalálható. Ezekkel az értékekkel van megrajzolva a 3. ábra hibafüggvénye. – A körbejárási szám hibafüggvényének a relatív mediánál 0,0973-del minimuma van. A vizsgált esetben a relatív medián körül aránylag széles szemcsenagyságközben a hiba nagysága a minimumnál alig valamivel nagyobb. A hibafüggvény szerint az elemzésnek az egészen kicsi és a nagyon durva szemcsenagyságoknál való végzésével a μ_U hiba viszont igen nagy.

IRODALOM

- [1] Beke Béla: A finomőrlés folyamata. Budapesti Műszaki Egyetem Továbbképző Intézete előadásorozatából: 4969, Kézirat, Budapest, 1975.
- [2] Pethő Szilveszter: Aprítás és osztályozás I. Ásvány-előkészítési műveletek értékelése. Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1981, 81 – 0227.

3. ábra. A körfolyamatos őrlés termékeinek szemcsenagyságelemzése és a hibafüggvény

Pethő Szilveszter:

A körbejárási tényező hibafüggvénye és a legkedvezőbb mérési feltételei

A tanulmányban a cementipari körfolyamatos őrlés legfontosabb mérőszámának, a körbejárási szám hibafüggvényének levezetése és diszkussziója található meg. A hibafüggvény diszkusszió alapján megállapíthatók azok a mérési feltételek, amelyek alkalmazásával a körbejárási szám hibája a lehetőség szerint a minimálisra csökkenthető. Erre különösen nagy körbejárási szám esetén van szükség, mivel a hiba nagysága a körbejárási számmal növekszik. A megfontolások szerint a mérési hiba legkisebb relatív medián környezetében.

Петё, С.: Функция погрешности коэффициента циркуляции и наиболее благоприятные условия измерения

В статье приводятся вывод функции погрешности коэффициента циркуляции, наиболее важной характеристики помола в замкнутом цикле, и дискуссия. На основании дискуссии функции погрешности могут быть определены предпосылки измерений, путем применения которых можно снизить до минимума ошибку определения коэффициента циркуляции. Это является необходимым особенно в случае большого коэффициента циркуляции так как величина ошибки растет с ростом коэффициента циркуляции. Сделано заключение, что наименьшая ошибка находится в окрестности относительной медианы.

Pethő, Szilveszter:

Die Fehlerfunktion des Kreislauffaktors und dessen günstigste Meßbedingungen

Es wird die Fehlerfunktion der wichtigsten Meßzahl, der Kreislaufzahl des Mahlvorganges in geschlossenem Kreislauf in der Zementindustrie abgeleitet und diskutiert. Aufgrund der Diskussion der Fehlerfunktion können die Meßbedingungen festgelegt werden, bei deren Anwendung der Fehler der Kreislaufzahl möglichst minimal gehalten werden kann. Das ist besonders im Falle großer Kreislaufzahlen angezeigt, da die Größe des Fehlers mit der Kreislaufzahl anwächst. Den Überlegungen nach ist der Meßfehler in der Nähe der relativen Mediane den kleinste.

Pethő, Szilveszter:

Error Function of Recirculation Number and its Optimum Measuring Conditions

Deduction and discussion of the error function of the most important characteristic of close-circuit cement grinding i.e. recirculation number (RN) are described. Discussion enables the finding of measuring parameters where error in (RN)-determination is minimum. This is of special importance on case of high RN, as error increases with increasing RN. It is claimed that errors are lowest in the vicinity of the relative median.

Kitüntetettjeink

Az építésügyi és városfejlesztési miniszter az 1982. évi „Építők Napja” alkalmából eredményes munkájuk elismeréséül

AKANTISZ Géának az Üvegipari Művek osztályvezetőjének,

FODOR Károlynak az Üvegipari Művek Sajószentpéteri Üveggyár műszaki igazgatóhelyettesének,

GYENGE Gyulának az Üvegipari Művek Sajószentpéteri Üveggyár üzemi PB. titkárának,

HANDBAUER Rezsőnek az Üvegipari Művek Tokodi Üveggyár üzemvezetőjének,

KOVÁCS Józsefnek a Cement és Mészművek műszaki igazgatóhelyettesének,

Dr. JAKAB Zoltánnak a Hollóházi Porcelángyár iparművészenek,

Dr. GALLYAS Miklósnak a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet csoportvezetőjének

BREZNOVCSIK Ferencnek a Beton- és Vasbetonipari Művek főosztályvezetőjének,

CZEGLÉDY Géának az Északmagyarországi Tégl- és Cserépipari Vállalat igazgatóhelyettesének,

Dr. DÉRI Mártának a Veszprémi Vegyipari Egyetem tanszékvezető egyetemi tanárának,

FERENCZ Gábornak a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet műszaki igazgatóhelyettesének,

Dr. HANÁK Lászlónak a Herendi Porcelángyár gazdasági igazgatóhelyettesének,

JALOVECZKI Ferencnek a Finomkerámiaipari Művek TMK üzemvezetőjének,

JÁBORCSIK Istvánnak az Északmagyarországi Tégl- és Cserépipari Vállalat igazgatójának,

KONDOLA Imrének az Alföldi Téglaiipari Vállalat csoportvezetőjének,

MOCSÁRI Mihálynak az „ÉSZAKKŐ” Északmagyarországi Kőbánya Vállalat csoportvezetőjének,

RÁTH Jánosnak a Baranya—Tolna megyei Tégl- és Cserépipari Vállalat osztályvezetőjének,

SÓTI Frigyesnének a Dél-Alföldi Tégl- és Cserépipari Vállalat csoportvezetőjének,

SZORGALMAS Istvánnak a Cement- és Mészművek művezetőjének,

VARGA Ottónak az Északdunántúli Tégl- és Cserépipari Vállalat műszaki vezetőjének

KIVÁLÓ MUNKÁÉRT

kitüntetést adományozott.

A kitüntetteknek gratulál és további sikereket kíván a

SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET VEZETŐSÉGE

A korund jelentősége a biokerámiában

KACSALOVA LÍDIA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

1. Bevezetés

Bioanyagoknak nevezzük azokat az anyagokat, amelyekkel az élő emberi vagy állati szervezet megsérült, vagy elhasználódott szerveit, vagy azok egy-egy részét ideiglenesen, vagy véglegesen helyettesítjük. Ezek az anyagok lehetnek polimerek, fémek és ötvözetek, kerámiák és kompozitok. Ezen anyagok közül a kerámiák sajátos fiziológiai viselkedésükkel, nevezetesen kiemelkedően jó biológiai kompatibilitásukkal tűnnek ki.

A kerámiák biokompatibilitását kémiai és fázisösszetételük biztosítja. A biokerámiák az élő szervezetben tartózkodásuk teljes ideje alatt kémiaiilag inerteek maradnak, vagyis nem mérgezők és semmiféle kedvezőtlen hatást nem váltanak ki, ugyanakkor tulajdonságaik elősegítik a szervezetbe való beépülésüket.

A bioanyagokat a fiziológiai környezetben mutatott reakcióképességük alapján két nagy csoportra osztják: bioaktív és bioinert anyagokra.

2. A bioaktív kerámiák

A bioanyag akkor aktív, ha a biológiai folyamatok következtében a csontszövetekbe részben, vagy teljesen beépül, vagyis felszívódik. Amint az 1. táblázatból látható, az emberi csont főként kalciumfoszfátból áll. Kémiai összetételüket tekintve, a teljesen felszívódó implantátumok a természetes csonthoz hasonlóak. A felszívódó kerámiák alapját a kalcium-foszfát sók, pl. a β -whitbockit $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ képezi [1,2]. A felszívódó biokerámia kedvező feltételeket teremt arra, hogy a természetes csontszövetek az implantátumba behatoljanak és így nagyon megkönnyítik a csont regenerálódását. Ezek az anyagok olyan állványzatként, vagy összekötőként foghatók fel, amelyek lehetővé teszik a csontszövet összesűrűsödését, mert a kalcium és a foszfor csontszövetté alakul át. A felszívódó biokerámiák legfontosabb alkalmazási területe a kozmetikai (maxillofacialis) és ortopédiai implantáció

[3]. Csonttörések esetén gyakran használják a baleseti sebészetben is. A felszívódó kerámiákkal végzett csontpótlások esetében a gyógyulás hosszabb időt igényel, mivel az implantátum felszívódása néhány hónapig is eltarthat. Az ezzel a módszerrel meggyógyított csontozat kisebb szilárdsága miatt, az eredetivel nem tekinthető egyenértékűnek.

A bioaktív anyagok másik fajtáját az apatitból $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ [3], vagy $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{CaF}_2-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$ és $\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}-\text{CaF}_2$ összetételű speciális üvegekből készítik, amelyekben a $\text{SiO}_2 \sim 50\%$, a $\text{CaO} \sim 35\%$, a P_2O_5 5–10%, a Na_2O , K_2O és az MgO összmenyisége pedig $< 5\%$ [4,5]. Olvasztás után az üveget hőkezeléssel olyan üvegkerámiává alakítják, amelynek a kristályos fázisa az apatithoz áll közel [6,7]. A teljesen felszívódó bioanyagoktól eltérően az üvegkerámia implantátumoknak csak a felülete szívódik fel a biológiai közegbe. A hidrolízis következtében az implantátum felületén gélyszerű réteg keletkezik, amelyből a kalcium és foszfor ionok a biológiai közegbe diffundálnak. Ezek az ionok az üvegkerámia és a csont érintkezési felületén gyorsítják a csontszövetek keletkezését s ezáltal elősegítik az implantátum beépülését az élő szervezetbe, az üvegkerámia további felbomlása nélkül. Az üvegkerámiák szilárdsága 50–100 MPa, ami elégtelen a test teljes súlyát viselő csontok kiváltásánál. Az üvegkerámiák pl. az ossikuláris csont helyettesítő endoprotézisek készítésére és fémprotézisek bevonására alkalmasak [3].

3. A bioinert anyagok

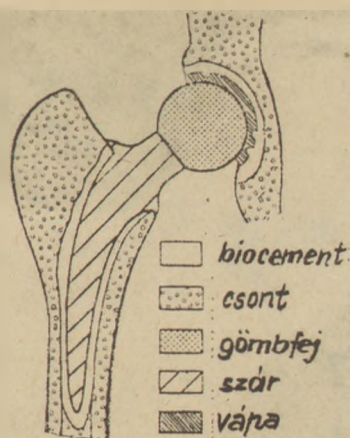
A fentiekből kitűnik, hogy a bioaktív anyagok a természetes csonthoz hasonló kémiai összetételük miatt biológiailag teljesen kompatibilisek, szilárdságuk azonban nem elegendő a test teljes súlyát hordozó csípőforgó csontokat helyettesítő ortopéd protézisek készítésére. Az ilyen protézisek iránti kereslet igen nagy: az 1975 évi statisztikai adatok szerint a világon naponta 1500 implantációt végeztek [8]. Ezért az orvosok és a

mérnökök közös kutatásai olyan anyagok kidolgozására irányultak, amelyek egyrészt biokompatibilisek, másrészt mechanikai szilárdságuk is eléri a kívánt értéket. E kutatások egyik eredménye a fém-polietilén protézis kombináció, amelynek sematikus rajza az 1. ábrán látható. A protézist a csípőízületi vápa, a csípőízületi gömbfej és a protézisszár alkotja.

A vápát a csípőcsont üregébe helyezik el, gömbfejet a protézis-szár segítségével a combcsontba erősítik be. A csípőízületi vápát polietilénből, a gömbfejet és a protézis-szárt kobalttal, nikkellel, vagy krómmal ötvözött rozsdamentes acélból készítik [9]. Az orvosi gyakorlat azt bizonyította, hogy a rozsdamentes acél nem teljesen biokompatibilis: a fémből a biológiai közegbe jutó ionok hatására a toxicitás növekedtével idegen szövetek és sejtek keletkezhetnek. [10, 31].

A szerves polimerek a biológiai közegbe szintén nem stabilak.

A rozsdamentes acél és a polietilén elégtelen biokompatibilitása miatt a belőlük készített pro-



1. Csípőprotézis sematikus rajza [22]

tézisek várható élettartama 10–15 év. A rozsdamentes acél és a polietilén tulajdonságai az 1. táblázatban találhatók. Kitűnik, hogy a rozsdamentes acél legfőbb előnye a nagy mechanikai szilárdsága. Kedvezőtlen biokompatibilitás mellett előnytelen még a viszonylag nagy fajsúlya.

A csípőprotézisek továbbfejlesztését célzó kutatások az utóbbi években a következő irányok-

Bioanyagok tulajdonságai

1. táblázat

Tulajdonságok	Természetes csont [8, 22, 29]	Acél 316 típus [9]	Ötvözet [9]	Poli- etilén HD [22, 9]	Korund		Műszaki követelmé- nyek DIN 58 835	
					[29]	Diakor B-18 [26]		
Kémiai összetétel, %	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH CaHPO ₄ ·2H ₂ O Ca ₈ H ₂ (PO ₄) ₆ ·2H ₂ O CaCO ₃	Cr 17–20 Ni 10–14 (Mo, C, Si, Mn, S, T) – 3 a többi Fe	Cr 27–30 Mo 5–7 Ni 2–3 (Si, Mn, F)–3 a többi Co		Al ₂ O ₃ > 96 MgO 1–3 CaCO ₃ 1–3	Al ₂ O ₃ 99,7	Al ₂ O ₃ 99,5 SiO ₂ + alkali oxidok ≦ 0,1	
Sűrűség, g/cm ³		7,9	8,3	0,96		3,95	3,92	≐ 3,90
Porozitás, %	80				74	1–2	2–3	
Krist. méret, μm	60–300				5–10	0,2–5	0,2–6	≐ 7 átl.
Pórusméret, μm	50–600				80–1500	0,6–9	0,6–13	
Hajlítószilárd- ság, N/mm ²	120	1000	1540	20–30	15,6	530	420	≐ 400
Nyomószilárd- ság, N/mm ²	200			20				~ 4000
Húzószilárdság, N/mm ²	130	700	900	30				
Útőhajlító szilárdság, cm N/cm ²								≧ 40
Rugalmassági modulus 10 ⁴ , N/mm ²	2	20	23	0,13				~ 38
Mikrokemény- ség, N/mm ²		300	400	100				2300



2. Aesculap-Wagner csontfelületi protézis

ba haladtak: jobb biokompatibilitást mutató fémötvözetek és bevonatok kiválasztása, a protézisek konstrukciójának tökéletesítése és végül új, nem fémes anyagok, mint pl. az oxid-kerámikák kipróbálása erre a célra.

Az acélnál jobb biokompatibilitást mutatott a titán, valamint a kobalt, króm és molibdén alapú ötvözetek. Ezek az anyagok a csípőprotézisek készítésében viszonylag gyorsan és igen széles körben elterjedtek, pl. Franciaországban, Svájcban és Olaszországban (az OSTED, AESCULAP, LIMA és más cégek). Amint az 1. táblázatból látható, mechanikai szilárdság és keménység szempontjából a kobalt alapú ötvözet tulajdonságai a legjobbak. A hazai fejlesztésű „Biometál H-1 és H-2” bioötvözetből ebben az évben gyártottak először csípőprotézist [16].

A fémek biokompatibilitásának növelésére felületüket különféle bevonatokkal látták el. Ilyen bevonatok pl. a bioüvegek [12], az Al_2O_3 és a Cr_2O_3 [13], valamint az ezeken alapuló olvadékok [14]. A fémeknek a magas olvadáspontú anyagokkal való bevonását a plazma-szórás technikával végzik [15]. A porózus titán pirolitikus szénnel történő bevonása növelte annak szilárdságát és biokompatibilitását [17].

Annak ellenére, hogy a bevonatok kidolgozására irányuló kutatások már több mint 10 éve folytatódnak és jó eredményekhez vezettek, a kompozitok – vagyis biokerámia réteggel bevont fémek – gyakorlati alkalmazása meglehetősen korlátozott, elsősorban a gyártástechnológia reprodukálásának nehézségei miatt.

Az ortopédiai protézisek konstrukciója állandóan tökéletesedik. Ezen a területen különösen kiemelkedő eredményeket értek el Wagner professzor és munkatársai [18–20]. A csípő forgócsont felület protézisek $38-50 \text{ mm} \pm 2 \mu\text{m}$ átmérőjű félgömb, amely falvastagsága $1-2,5 \text{ mm}$, rendkívül finom felületekkel. A protézist a csont felületére illesztik (2. ábra).

Az újfajta protézisek hatalmas terheléseknek képesek ellenállni, élettartamuk is igen nagy, különösen akkor, ha alumínium-oxidból készülnek.

4. Az alumínium-oxid, mint ortopédiai protézisek bioinert anyaga

Az alumínium-oxid implantátum céljaira történő felhasználásának gondolata még 1932-ben felmerült, amikor Max Rock szabadalmában kihangsúlyozta, hogy az alumínium-oxid kémiai és fizikai tulajdonságai a protézisekkel szemben támasztott követelményeket maradéktalanul teljesítik [20].

Valóban, a korund monokristály tulajdonságai: a kiemelkedő kémiai ellenállás, keménység, mechanikai szilárdság, korrózió- és kopásállóság igazolják a fenti állítás helyességét. Ezeket a tulajdonságokat polikristályos korundban azonban csak meghatározott mikroszerkezet kialakításával lehet elérni. A megfelelő mikroszerkezet kialakításához speciális alapanyag, különleges berendezések és új technológiai eljárások váltak szükségessé. Ezen összetett követelmények biztosítására kb. 30 évre volt szükség: csak a hatvanas évek végére került kifejlesztésre olyan protézis, amelyben a csípőízületi gömbfej korundból készült [21]. A teljesen korundból készült csípőprotézist először 1972-ben ültették be emberi szervezetbe [20].

A hetvenes években több kapitalista országban megindult a korund csípőízület vápák és gömbfejek ipari gyártása ortopédiai protézisek számára. A teljesen korundból készült protézisekről egységes vélemény még nem alakulhatott ki, mivel ezeket még jelenleg is intenzíven tanulmányozzák, különösen a korund szár és a csontszövetek között kialakuló felületi biomechanikus kötést [22]. A szocialista országok közül elsőként Csehszlovákiában és az NDK-ban kezdték el a biokorund kutatását és kísérleti gyártását [8, 23, 24].

Magyarországon a biokorund kutatása az előállításához szükséges alapanyag, az alumíni-

um-oxid gyártási technológiájának kidolgozásával kezdődött [26]. Az ebből az alapanyagból készült biokorund próbatestekkel az orvosbiológiai kísérleteket az Állatorvostudományi Egyetemen végezték, az állatokba történő implantálással. Ezek a kísérletek igazolták az általunk kifejlesztett alumínium-oxid teljes biokompatibilitását. [26].

A korund csípőprotézis gömbfej élettartama a fémből készülteknek legalább kétszerese, még a korund-polietilén párosítás esetében is: a polietilén vápa az alumínium-oxid gömbfejen lassabban kopik. A korund csekély súrlódása nemcsak nagy keménységének és a felület minőségének köszönhető, hanem főképpen annak a tulajdonságának, hogy a poláris folyadékokat, így pl. az ízületi szinovial folyadékot is nagy tapadási szilárdsággal köti meg, amely stabilis és egyenletes kenő réteget képez a súrlódó felületek között [22].

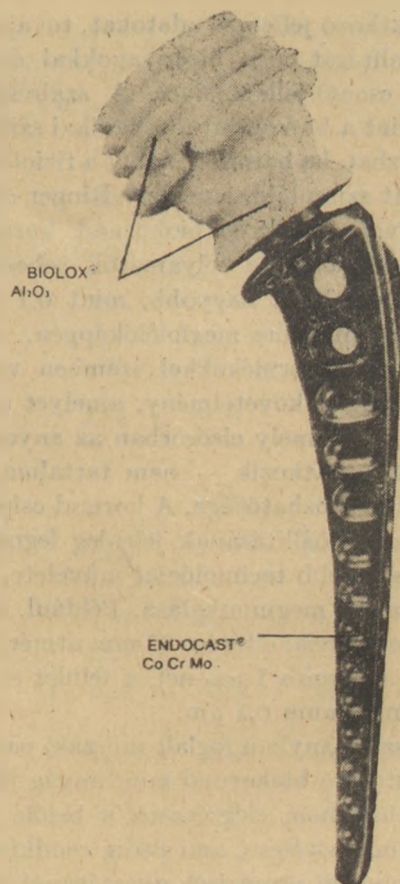
A protézis élettartama még tovább növelhető akkor, ha nemcsak a gömbfejet, hanem a polietilén vápát is korundból készülttel helyettesítjük (3. ábra). Ebben az esetben a protézis előnyös tulajdonságai a következők:

- fiatal betegeknél is alkalmazható,
- korund-korund párosítás súrlódási viszonyai optimálisak,
- a kopás jelentéktelen,
- a gömbfejek cserélhetők,
- a protézis helyzete beépülése után röntgen-vizsgálatokkal ellenőrizhető,
- csontcement nélkül rögzíthető (a vápa hullámos külső felületébe benövő szövetek mechanikusan rögzítik a fiziológiai rendszerbe).

5. A biokorunddal szemben támasztott műszaki követelmények

Annak ellenére, hogy ortopédiai célokra az alumínium-oxid mellett egy sor más anyagot-szilícium-nitrid és oxi-nitrid, szilícium-karbid, ZrO_2 , TiO_2 , MgO , $MgAl_2O_4$, $Ca_2Al_2O_4$ – is kipróbáltak, a csípőprotézis készítésére alkalmas anyagnak eddig csak a korundot ismerték el. A korundot jelenleg általánosan elfogadják mint teljesen biokompatibilis anyagot. Kémiaileg inert és teljesen stabilis, nem mérgező és nem rákkeltő, az élő szövet a belőle készült implantokat teljes mértékben befogadja.

A korund biokompatibilitását elsősorban természetes sajátságai biztosítják, viszont a biokorundiakkal szemben támasztott további követelmények (mint pl. a nagy mechanikai szilárdság



3. Osted autphor csípőprotézis

és kopásállóság) teljes egészében az alkalmazott alapanyag és gyártási technológiától függenek.

Az alumínium-oxid és a belőle készült biokorund gyártási technológiájának kidolgozásánál egyrészt az volt a célunk, hogy a biokorund előre meghatározott tulajdonságait biztosító mikroszerkezet alakulása minden technológiai fázisban, az alapanyagtól kezdve, szabályozható legyen. Másrészt a technológiai eljárásnak viszonylag olcsónak, energiatakarékosnak kell lennie, továbbá alkalmasnak nagyszériák gyártására mind az alapanyag, mind a termék tulajdonságainak szigorú reprodukálhatósága mellett.

A biokorunddal szemben támasztott műszaki követelményeket, vagyis az előírt tulajdonságokat, az NSZK-ban 1979-ben szabványosították (DIN 58 835 1. rész). Ez a szabvány képezi a nemzetközi szabványtervezet [ISO/TC 150/Sc 1] alapját is, ezért az általunk kidolgozott biokorund, a Diakor-B, tulajdonságait is a DIN szabványban előírt módszerekkel határoztuk meg. A számszerű szabvány értékek a technológiai feltételek, a költségek és az elérhető paraméterek által behatárolt kompromisszum eredményei.

Az 1. táblázatban közöljük a biokorund összetételére, szerkezetére és mechanikai tulajdonsá-

gaira vonatkozó jellemző adatokat, továbbá ezek összehasonlítását más bioanyagokkal és a természetes csont jellemzőivel. A szabvány előírásai szerint a biokorund mechanikai szilárdsága nem változhat, ha három hónapot a fiziológiai közeg hatását szimuláló, agresszív Ringer oldatban állt. Ez vonatkozik a biokorund korrózió és kopásállóságára is: e folyamatok sebessége az oldatban nem lehet nagyobb, mint $0,1 \text{ mg/m}^2/\text{nap}$, ill. $0,01 \text{ mm}^3/\text{óra}$ megfelelőképpen.

A biokorund termékekkel szemben van még egy technológiai követelmény, amelyet azonban a szabvány — amely elsősorban az anyag tulajdonságaira vonatkozik — nem tartalmaz: ez a biokorund polírozhatósága. A korund csípőprotézis termékek előállításának jelenleg legnehezebb és legköltségesebb technológiai művelete, a felület mechanikai megmunkálása. Például, a csípőgömbfej geometriai eltérése 32 mm átmérő esetén nem lehet nagyobb $1 \text{ }\mu\text{m}$ -nél, a felület simasága pedig R_a minimum $0,1 \text{ }\mu\text{m}$.

A DIN szabványban foglalt műszaki paraméterek kielégítőek a biokorund mint anyag jellemzésére, azonban nem elégségesek a belőle készült termékek minősítésére, ami pedig rendkívül fontos az ortopédiai protézisek gyártásánál. Ezért a kutatók olyan modellek és kísérleti technika kialakítására törekszenek, amelyek segítségével pontosabban meg lehetne határozni a termékek tulajdonságait és várható élettartamukat. Ez részben az anyagvizsgálatra vonatkozó új paraméterek — pl. a feszültségintenzitási tényező K_{Ic} [25]-bevezetését jelenti, részben pedig olyan gépek konstruálását igényli, amelyek a kész protézisnek az élő szervezetbe betöltött funkcióit és mozgását, a jelenlegi kísérleti eszközöknél jobban utánoznák [19].

6. A biokorund alapanyaga

A DIN szabványban foglalt műszaki követelményekből kiindulva megállapítható, hogy biokorund gyártására csak olyan nagy tisztaságú alumínium-oxid alkalmas, amelyben a szennyezések össz mennyisége nem lehet több $0,5\%$ -nál. Ez a követelmény egyúttal korlátozza az égetési hőmérséklet csökkentését biztosító és a kristály növekedést gátló mineralizátorok adagolásának lehetőségét is. Ezért a biokorundnak a szabványban előírt mikroszerkezetét (a kristályok átlagos mérete $\leq 7 \text{ }\mu\text{m}$) a kiindulási anyag nagy diszperzitása révén kell biztosítani. A nagy diszperzitás kedvezően hat az alumínium-oxid por reakcióképességére is.

A nagy reakcióképességű nagy tisztaságú és nagy diszperzitású alumínium-oxidokat ipari méretekben sem Magyarországon, sem a többi szocialista országban nem gyártják, míg a tőkés országokban több ismert cég olyan Al_2O_3 -t forgalmaznak, amelyet kifejezetten a biokorund előállítására ajánlanak. A 2. táblázatban közöljük ezeknek az alumínium-oxidoknak a jellemzőit, amelyet a prospektusok adatai és saját méréseink alapján állítottunk össze.

Kémiai összetételüket tekintve ezek az oxidok megfelelnek a szabvány előírásainak. A legfinomabb szemcséjű a Reynolds cég alumínium-oxid pora, s ennek megfelelően a szinterelés folyamán ennek a legnagyobb a reakcióképessége. A szabvány által előírt $\geq 3,90 \text{ gcm}^{-3}$ sűrűség az e porból előállított próbatestek 1500°C -on történő égetésével elérhető. A többi oxidból készített próbatestek ezt a sűrűséget csak 1600°C -nál nagyobb hőmérsékleten végzett égetésnél érik el, annak ellenére, hogy pl. a Martinwerke és a Giuliani cégek alumínium-oxidjainak kétszer nagyobb a fajlagos felülete, mint a Reynolds gyári terméké. E látszólagos ellentmondás oka a porok morfológiájában keresendő: a nagy diszperzitású porok porózus aggregátumokból, nem pedig egyedi szemcsékből állanak (4. ábra). Ezt az ilyen porok alacsony halmazsúlya, az ezzel szoros kapcsolatban lévő rossz formálhatóságuk is bizonyítja. Ezért a próbatestek nyers sűrűsége kicsi, az égetési zsugorodás pedig nagy.

A Diakor B-18 alumínium-oxid fiziko-kémiai és technológiai tulajdonságai alapján legjobban az Alcoa-16 SG oxidra hasonlít, bár annál tisztább, nagyobb mennyiségű α -módosulatot tartalmaz, reakció képessége kissé kisebb, s zsugorodása az égetés folyamán valamelyest nagyobb.

7. A biokorund mikroszerkezet és tulajdonságai

A biokorunddal kapcsolatos kutatásoknak két főiránya van. A kutatók egyik csoportja a maximális szilárdságot a sűrűség növelésével kívánják elérni, míg a másik csoportba tartozók úgy gondolják, hogy a jobb biokompatibilitás érdekében a korundnak porózusnak kell lennie. Ez utóbbiak feltételezik, hogy a pórusok elősegítik a természetes kötődés kialakulását, minthogy az élő csontszövetek belenőnek az implantátum porózus felületi rétegébe. Kísérletek történtek olyan mikroszerkezet létrehozására is, amely a pórusok mérete és eloszlása alapján hasonlítana a természetes csontra. Az ilyen biokorundokban a póru-

Tulajdonságok		Alcoa, USA A 16 SG		Giulini, NSZK CT 8000 FS	Martinwerke, NSZK Bp 80 – 13 R – 200		Reynolds, USA RC – HP – DBM		Magyar- ország, Diakor B-18	
		1	2	1	1	2	1	2	2	
Kémiai összetétel %	Al_2O_3	99,5	99,8	99,8	99,5	99,9	99,85	99,9	99,98	
	SiO_2	0,2 – 0,4	0,034	0,05	0,01 – 0,02	0,005	0,016	0,008	0,005	
	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0,5 – 0,9	0,10	0,01	0,005	0,005	0,008	0,004	0,008	
$\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$, tart. %			89,0		80	70	95	85 – 90	94,0	
Fajlagos felület BET, m^2/g			9,71	15	16 – 18	17,6	6 – 8	7,49	10,1	
Átlagos kristálméret, μm			0,7		0,8		0,55	0,35	0,7	
Halmazsúly, g/l			800	658	330	300		1050	840	
Sűrűség g/cm^3	nyers próba- test	2,10	2,30	1,75		1,67	2,18	2,4	2,25	
	égetett próbatest	3,89 – 3,93	3,83 3,89	3,94		3,46	3,93	3,92	3,86	3,92
Égetési hőmérséklet, $^\circ\text{C}$		1537	1500 1600	1650		1500	1510	1500	1500	1600
Zsugorodás, %		17,2 – 18,0	15,6 16,6	22		17,9	18	15	15,5	18,0

1. Prospektusi adatok

2. SZIKKTI-ben végzett vizsgálatok szerint



4. A Martinwerke (a) és Reynolds (b) alumínium-oxid morfológiája

sok mérete $50 - 100 \mu\text{m}$ [28,29], $100 - 500 \mu\text{m}$ [30], illetve $50 - 600 \mu\text{m}$ [31] között változott. Egy ilyen típusú korund [31] tulajdonságai láthatók az 1. táblázatban. Ezt az anyagot, miután 16 hétig élő állati szervezetbe volt beépítve, pásztázó elektronmikroszkóp és mikroanalizátor segítségével megvizsgálták. Megállapították, hogy az élő szövetek teljesen belenőnek a pórusokba,

ugyanakkor viszont alumínium-ionok a szövetekbe nem diffundálnak [32]. Az ilyen implantátum szilárdsága azonban még az élő szövetrel történő benövés után sem volt kielégítő.

Japán kutatók szerint a porózus korund protézisek szilárdsága megnövelhető, ha belsejükbe monokristályos korundot helyezünk [33]. Nem kielégítő szilárdsága és kopásállósága miatt a

porózus korundot nagy terhet viselő protézisek készítésére mind ezideig nem használják, de feltétlenül érdeklődésre tarthat számot a csipőízület vápa készítésénél.

A 2. táblázatban bemutatott irodalmi adatok és saját kutatási eredményeink arra engednek következtetni, hogy a biokorund szilárdságának biztosításában a porozitás, a pórusok mérete és eloszlása fontosabb szerepet játszik, mint a kristallitok mérete. Továbbá, a biokorund polirozhatósága is függ a porozitás jellegétől.

IRODALOM

- [1] Dr Groot, K.: Ceramics based on calciumphosphates, 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [2] Klein, C. A. P. T. – Dr Groot, K. – Driessen, A. A.: Biodegradation of calciumphosphate ceramics, 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [3] Hulbert, S. F.: History of bioceramics, 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [4] Burnie, J. – Gilchrist, T.: Controlled release glass, A new Biomaterial. 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [5] Tranquilli, P. – Lorini, G. – Locardi, B. és mások: Bioglass: Chemiophysical characteristics and biocompatibility. Experimental study. 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [6] Blenke, B. A. – Brömer, H. – Deutscher, K. K.: Compatibility and long-term stability of glass – ceramic implants, J. Biomed. Mater. Res., 1978, 12, 307.
- [7] Togai, H. – Kobayashi, M. – Niwa, S. és mások: Preparation of apatite glass fiber and possibility application as biomaterial, 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [8] Chylek, S. – Vrbacky, L.: Biokeramika, Szklar a keramik, 1979, 29, 303.
- [9] Park, J. B.: Biomaterials, Plenum Press, New York, 1979, 202.
- [10] Williams, D. F.: Biomaterials and Biocompatibility, Med. Progr. Technol., 1976, 4, 31 – 32.
- [11] Oppenheimer, B. S. – Danishefsky, E. T.: Further Studies of polymers as carcinogenic agents in animals, Cancer Res., 1955, 15, 333 – 340,
- [12] Contoli, C. – Krajewski, A. – Ravaglioli, A.: Histocompatibility and bio-physico-chemistry of doped bioglass, 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [13] Rigal, F. – Chabat, P. – Rambert, – Boquet, G.: An experimental study of ceramic implants in sheeps and clinical applications, 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [14] Monticelli, G., – Sartori, F. S. – Pizzoferrato, A. – Cini, L. – Perugini, G. – Sandrolini – Corgesi, S.: Use of ceramics as coating of metallic implants in orthopaedics, 2. Biosimp, 1982, Lignano, Olaszország
- [15] Perugini, G. – Sandrolini – Cortesi, S. – Sandrolini – Cortesi, A. – Sartori, F. S.: Ceramizing of Metallic Arthroprostheses by Plasma Spray Technique: On the Experimental Ceramizing by Al_2O_3 and ZrO_2 in Graduated Coating Spructures, 2. Biosimp. 1982, Lignano, Olaszország
- [16] Albert, B. és mások: Magyar Szabadalom, elfogadás alatt
- [17] Weinstein, A. M. – Cook, S. D. – Anderson, R.: An evaluation of ITI carbon and coated and uncoated porous titanium implants, 2. Biosimp. 1982, Lignano, Olaszország
- [18] Wagner, S.: Surface Replacement Arthroplasty of the Hip, Clinical Orthopaedics and Realted Research, 1978, 134, 102 – 130,
- [19] Stärk, K. – Lubert, H.: Specifications and test proposals on bioceramic, Ceramica Informazione, 1981, 179, 71 – 76
- [20] Zeibig, A.: Bioceramics – an example of the innovative potential for advanced technical ceramics, Ber. DKG, 1982, 4, 242 – 248.
- [21] Boutin, P.: Arthroplastic totale de la hange par prothèse en alumine frittée. Etude experementale et premières applications cliniques, Rev. Chir. Orthop, 1972, 58, 229
- [22] Schaldach, M. – Ebert, R. – Bauerschmidt, P.: Einsatz von keramischen Werkstoffen in der Ersatzteilchirurgie, Sprechsaal, 1979, 112, 12, 899, 902, 904 – 908.
- [23] Langer, G. – Zinner, R. – Glien, W. – és mások: Biokeramik – ein neuer Implantatwerkstoff, Deutsches Gesundheitwesen, 1979. 34, 1970.
- [24] Langer, G. – Ziller, R. – Glien W.: Results with ceramic andoprosthesis in hip and knee replacement. 2. Biosimp., Lignano, Olaszország
- [25] Torre, J. P. – Leroy, E.: Caractérisation mecanique d'alumine pour prothèse par la méthode de la double-torsion, L. Ind. Cer., 1982, 757, 1, 31 – 38.
- [26] Kacalova, L. – Vincenzini, P. – Biffi, G. – Lamm, M.: Study of the sintering process of alumina pwders with special amphasis on the fabrication of bioceramics, SZIKKTI – RTEC Report, 1980.
- [27] Zsoldos, C. – Somogyvári, K.: Az Alukorit „R”, „F” és DIAKOR – B „Sz” implantátumok biológiai vizsgálata, 1982.
- [28] Hulbert, S. F. – Young, F. H. – Mathews, R. S. – Klavitter, I. I.: Potencial ceramic materials as permehy skeletal prosthesis, 1. Biomed, Mater. Res., 1970, 4, 433 – 456.
- [29] Hulbert, S. F.: Attachment of prostheses of the musculoskeletal system by tissue ingrowth and mechanical interlocking, I. Biomed. Mater. Res. simp., 1973, 4, 1 – 23.
- [30] Lemons, J. E.: Aluminium oxide ceramics as Biomaterials, 2. Biosimp., 1982, Lignano, Olaszország
- [31] Swiecki, Z. – Michalska, G. – Bieniek, J.: Bioceramics for orthopedic puposes, II. The ceramic materials, Szklo Ceramica, 1979, 30, 11, 271 – 273.
- [32] Swiecki, Z. – Rosiek, G. – Bienek, J.: Bioceramics for orthopedic puposes. III. Porous alumina in living tissue, Szklo i Ceramika, 1980, 31, 6, 155 – 158.
- [33] Yamagami, A. – Kawahara, H. Hirabajashi, M.: Studies on the tissue responses to Al_2O_3 porous ceramic implant: Animal examination and clinical applications, 2. Biosim., 1982, Lignano, Olaszország

Kacsalova Lidia:

A korund jelentősége a biokerámiában

A bioaktív és a bioinert anyagok sorában korundnak kiemelkedő helye van, mivel a teljes biokompatibilitása mellett, nagy mechanikai szilárdsággal és kopás- és korrózióállósággal is rendelkezik. Néhány típus külföldi és magyar alumínium-oxid (DIAKOR B-18) – mint korund endoprotézis alapanyagok – tulajdonságait hasonlítjuk össze. Rámutatunk, hogy a porozitásnak, mint a mikro-szerkezet egyik jellemzőjének, meghatározó szerepe van a biokorundra vonatkozó szabványban előírt követelményeknek biztosításában.

Качалова Л.: Биокерамика и значение корунда в ней.

V ряду биоактивных и биоинертных материалов корунд занимает особое место благодаря сочетания в нём полной биосовместимости с большой механической прочностью и исключительной износо- и коррозиоустойчивостью. Дана сравнительная характеристика нескольких типов заграничного и венгерского оксида алюминия (Диакор В-18) — сырья для производства корундовых зондопротезов. Подчёркнута определяющая роль пористости, как одной из фаз микроструктуры, в обеспечении биокорунду свойств, предписываемых стандартом.

Katschalova, Lidia:

Die Bedeutung von Biokeramik und Korund

In der Reihe der bioaktiven und bioinerten Stoffe nimmt der Korund eine wichtige Stellung ein, da er neben seiner vollkommenen Biokompatibilität, über eine grosse mechanische Festigkeit, sowie Verschleiß- und Korrosionsfestigkeit verfügt. Es werden die Eigenschaften einiger ausländischer und ungarischer Aluminiumoxyde (DIAKOR B-18) — als Grundstoffe von Korund-Endoprothesen — verglichen. Es wird darauf hingewiesen, dass der Porosität, als einer Charakteristik der Mikrostruktur, bei der Erfüllung der, in den Normen für Biokorund niedergelegten Forderungen eine determinante Rolle zukommt.

Kachalova, Lidia:

Bioceramics and the Role of Corundum

Corundum is important among bioactive and bioinert materials: besides its absolute biocompatibility, ha high mechanical strength, wear- and corrosion resistance. The paper compares corundum-based endoprosthesis materials of foreign and Hungarian origin (DIAKOR B-18). Porosity, being characteristic to microstructure has a determinative role in ensuring demands required by biocorundum standards.

Szabadalom figyelő

T/23 113 *Berendezés szilárd anyagoknak folyadéktól való gravitációs elválasztására*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 87. k., 8. sz., 1982. 698.
old.)

T/23 121 *Berendezés gáznemű kö-
zegben lévő szennyezők leválasz-
tására, főleg levegő portalanítására*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 87. k., 8. sz., 1982. 699.
old.)

T/23 134 *Porleválasztó berendezés*
(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 87. k., 8. sz., 1982. 701.
old.)

T/23 142 *Eljárás és berendezés
idegen test kiválasztására szállító-
szalagon vagy hasonlóan mozgatott
anyagból*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 87. k., 8. sz., 1982. 702.
old.)

T/23 161 *Eljárás hőerleléssel készü-
lő betontestek, különösen előregyár-
tott vasbetonelemek felületkezelésé-
re*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 87. k., 8. sz., 1982 705. old.)

T/23 205 *Eljárás és berendezés
üvegipari adalékanyagok tömöríté-
sére*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 87. k., 8. sz., 1982. 713.
old.)

T/23 206 *Eljárás bór és halogéntar-
talmú portland-típusú cementek
előállítására*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 87. k., 8. sz., 1982. 713.
old.)

T/23 343 *Eljárás betontest, külö-
nösen vasbeton panel felületi réte-
gének készítésére*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 1982., 87. k., 8. sz. 744.
old.)

T/23 350 *Hőszigetelő falazóelem és
fal, valamint eljárás a falazóelem
előállítására*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 1982., 87. k., 8. sz. 744.
old.)

T/23 353 *Építőelem különösen
gipszből, ezekből kialakított építé-
si szerkezet, valamint eljárás és
berendezés az építőelem előállítá-
sára*

(Szabadalmi Közlöny és Védjegy-
értesítő, 1982., 87. k., 8. sz., 745.
old.)

Házgyárak termékre vetített fajlagos energiafelhasználásai

II. Villamosenergia felhasználások

KISBÁN GÁBOR – NÉMETH MIKLÓS – ORMÁNDLAKY ZSOLT

Pollack Mihály Műszaki Főiskola, Pécs

Bevezetés

A házgári technológiai folyamatot kiszolgáló villamos erőátviteli rendszer fogyasztói alapvetően három csoportba sorolhatók:

- anyagmozgató berendezések;
- betonkeverők;
- betonacél megmunkáló- és hegesztőgépek.

A villamosenergia felhasználás fajlagos értékeinek meghatározását szolgáló mérések célja a tényadatok megállapítása volt. Méréseinket a napi termelőmunka zavarása nélkül, a helyi adottságokhoz messzemenően alkalmazkodva végeztük. Az egyes gyártósorok (hajók) együttes villamosenergia felhasználásának mérése mellett, lehetőséget kerestünk a nagyobb egyedi fogyasztók kimérésére is.

A mérések alapvető műszerei a beépített fogyasztásmérők voltak. Az egy- és háromfázisú műszereket megfelelő áramváltókkal alkalmassá tettük arra, hogy 5 A-tól 1000 A-ig változtatható

primér oldali áramhatár szerint legyenek alkalmazhatók.

További információk érdekében, az áramfelvétel időbeni változásait esetenként regisztráló műszerekkel rögzítettük. Miután a mért fogyasztásokat a termelési adatokkal csak kellő időtartamú mérések alapján célszerű összekapcsolni, a gyártósorok esetében általában több műszakot, a betonkeveréseknél 10...40 ciklust mértünk végig.

A gyártás villamosenergia felhasználásait az anyagmozgatási útvonal természetes szakaszai szerint az

- adalékanyag felhordás;
- betonkeverés;
- betonkiszállítás;
- gyártósorok (hajók);
- késztermék kiszállítás;
- vasszerelő üzemrész;
- világítás

bontásban vizsgáltuk.

Mérési eredményeinket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Fajlagos villamosenergia felhasználási értékek

1. táblázat

Tevékenység	Egység	Veszprém	Győr	Debrecen	Kecskemét	Szeged
Adalékanyag behordás	kWh/t	1,38	0,29	0,36	0,31	0,26
Betonkeverés	kWh/t	0,257	0,159	0,154	0,249	0,494
Betonkiszállítás	kWh/m ³	0,068	0,075	0,075	0,530	0,220
Homlokzati elem gyártás	kWh/t	—	1,98	0,77	1,22	1,26
Födém elem gyártás	kWh/t	1,36	0,28	1,13	2,64	0,91
Válaszfal elem gyártás	kWh/t	2,16	0,4	1,17	2,42	0,91
Térelem gyártás	kWh/t	1,97	—	2,31	1,4	2,61
Szólesháló hegesztés	kWh/t	30	32,4	47,7	45	43
Elemszállítás	kWh/ford.	0,24	0,37	—	0,34	0,20

A teljes adalékanyagmozgató rendszer általában a kavicsosztályozó és a felhordó rendszer gumihevederes szállítószalagjaiból és az ezekhez tartozó vibrátorokból áll. A kiépítés geometriai adatai (szállítási úthosszak) gyáranként lényegesen eltérőek. Veszprémi méréseink a teljes rendszerre vonatkoznak. A további esetekben — az összehasonlíthatóság miatt — a felhordó szalagra, az azt megelőző behordószalagra, és a velük kapcsolódó rövid átadószalagokra korlátoztuk a mérést. A közel 20 m-es emelési szinthez tartozó hasznos munkára vonatkoztatva aállítás hatásfoka 17...30% között mozgott. Ez az érték javítható, mert

- a szállítószalagok görgői gyakran hibásak, megszorulnak;
- a hajtómotorok kihasználatlanok; névleges teljesítményük 20...50%-át éri el a felvett teljesítmény.

A betonkeverés energiafogyasztása

A betonkeverőgépek ciklusonként 0,7...0,9 m³ betont állítanak elő. A feltöltést többnyire teljes terhelés jellemzi, ezután a kiürítésig folyamatosan csökken az áramfelvételek. A túl gyors feltöltés mechanikai és villamos túlterhelésre vezet, ezért ennek elkerülése növelné a gépek üzembiztonságát és csökkentené az energiafelhasználást. A keverési ciklusidő 70...240 s között változott gyárraktól függően. Az összetétel miatt indokolt lehet a ciklusidő változása, de csak 60...150 s között. Az optimális ciklusidők alkalmazásában látjuk a betonkeverésnél a villamosenergia-megtakarítás lehetőségét.

A betonkiszállítás energiafogyasztása

A kész betont felsőpályás fenékürítésű kocsikkal szállítják ki a megfelelő gyártósorhoz. Az önjáró kocsik hajtása 3 kW-os villamos motorral megoldott. E területen nem látunk energiamegtakarítási lehetőséget. A szegedi gyárban az átlagos szállítási úthossz fele akkora, mint a többi gyárban, mert a keverés nem a csarnok mellett, hanem a III. sz. gyártósor fölött történik.

A gyártócsarnok mindegyik házgyárban öt hajóra tagolt. Ebből egyet a vasszerelő üzembrész foglal el, négyben pedig az elemek gyártása folyik. A méréseket mindenhol gyártósoronként végeztük, az értékeléskor azonban az alábbi gyártmánycsoportokra vetített mutatókat számítottuk:

- homlokzati elemek;
- földem elemek;
- válaszfal elemek;
- térelemek.

A gyártósorok legjelentősebb egyedi fogyasztója a darupálya, amelyen egy- vagy két 100...150 kN teherbírású híddaru szolgálja ki a gyártást. A hajók villamosenergia fogyasztásának közeli felét a darupályáknál mértük. További fogyasztók: vonszolómű, vibrálópad, terítőkocsi, billentőpad, mosópad, kézi vibrátorok, simítók.

Az eredmények szóródása szinte természetes, mert

- a technológiai berendezések elhasználtsága különböző;
- a gyártmányok nem teljesen azonosak;
- a technológiák részben eltérőek;
- a termelés feszítettsége különböző.

Példaképpen említjük meg, hogy a debreceni gyár részleges kapacitással üzemelt, a legelhasználódottabb szegedi gyár fokozott terheléssel dolgozott. A gyártásnál általában a vízszintes technológia jellemző. Győrt a válaszfal és földem elemeket csoportszaluban gyártják. Ez utóbbi lényegesen termelékenyebb.

Az energiafelhasználás csökkentésének lehetőségeit az egyenletes terhelés biztosításában, a karbantartás rendszerességében és az ésszerű felújításokban látjuk. Javítható lenne a darumozgások terhelés/üresjárat viszonya — bár ez még további elemzőmunkát igényel.

A késztermék kiszállításának energiafelhasználása

A kiszállító kocsik sodronyköteles vonszolásúak — kivéve a debreceni megoldást, ahol önjáró akkumulátoros kocsik üzemelnek. A kiszállított késztermék tömege fordulónként 10...20 tonna. A szállítási útvonal átlagos hossza 50 m. A fogyasztás nem jelentős; 0,2...0,4 kWh/forduló. Az üres és terhelt állapot teljesítményfelvételének viszonya 60%. A köteles vonszolómű számos mechanikai meghibásodási lehetőségét kizárja az akkumulátoros megoldás, ezért a felújítás helyett javasolható a debreceni példa követése.

Házgyárak vasszerelő üzemrészének fajlagos villamosenergia felhasználása a késztermék tömegegységére vetítve

A fogyasztó megnevezése	Daru	Szélesháló hegesztőgépek	Vázhegesztő gépek	Egyéb gépek	Együttesen
A megmunkált tömeg részaránya a késztermékben	110%	20%	60%	20%	28,8 $\frac{\text{kWh}}{\text{tonna}}$
A fogyasztó fajlagos energiafelhasználása [kWh/t]	2,2	40	26	2	
Előzetes műveletek fajlagos energiafelhasználása [kWh/t]	—	1	4	—	

A vasszerelő üzemrész energiafelhasználása

A vasszerelés a házgyárakban az alábbi műveleteket jelenti:

- egyengetés, vágás, hajlítás;
- hálók hegesztése, hajlítása;
- térbeli acélbetétek összeállítása.

Az anyagmozgatás fő eszköze a híddaru.

A gépkapcsolatok, valamint az egyes gépek műszakonkénti termelési adatainak feldolgozásából és a villamosenergia felhasználások összevetéséből munkáltuk ki az üzemrészre jellemző fajlagos mutatókat. (2. táblázat)

A közvetlen mérési adatokat a termelési volumenek és a gyártmányösszetételek különbözőségei miatt, csak részletes elemző munkával lehetett a sokrétű munkafolyamathoz hozzárendelni.

A vasszerelő üzemrészek a házgyárak legnagyobb villamosenergia felhasználói. Számításaink szerint egy házgyári átlaglakás előállításához szükséges villamosenergia közel 70%-át (a világítás energiaigényét nem számítva) a vasszerelő hajók igénylik. Ezen üzemrészek fő fogyasztói az ATMSZ típusú széleshálóhegesztő gépek, melyek fajlagos villamosenergia felhasználási értékei jelentősen szórnak. Az eltérések — megfigyeléseink szerint — a gépkezelők munkatempóját, a nyersanyag utánpótlás ütemességét és a gépek meghibásodási gyakoriságát reprezentálták. Éppen ezért az energiatakarékossági lehetőségek elsősorban a munkafegyelem és a munkaszervezés területén adódnak.

A világítás energiaigénye

A gyártócsarnok összes energiafelhasználásából a világítás energiaigénye évszaktól függően 10...15%, azonban alapvetően elhibázott lenne a megvilágítás mértékét mérsékelni. A falak és lámpatestek szennyeződése azonos berendezésnél is 50...60% megvilágítás-csökkenéshez vezet.

Az elterjedten alkalmazott higanygőzlámpák karbantartása és a falak festése a dolgozók közérzetére is ható világítás javulásával feltétlenül megtérül. Ha felújításra kerül sor fémhalogén lámpák alkalmazását javasoljuk, mert azzal további 30% megvilágítás-növekedés érhető el változatlan villamos teljesítmény mellett.

Általános észrevételek

A házgyárak villamos motorjai a technológiai berendezések hajtásakor nagy mechanikai áttételeken keresztül nagy tömegeket mozgatnak. A berendezések üresjárása a hajtómotor számára részterheléses üzem. A mechanikai oldal karbantartásának hiányai többletvesztést okoznak. Gyakran tapasztalható, hogy ekkor a hasznos munkarész csökkentésének, vagy a hajtómotor nagyobb teljesítményűre cserélésének révén biztosítják a további üzemeltetés lehetőségét. Nem ritka az sem, hogy csupán a túláramvédelmet módosítják. E megoldásokkal sokrétű hiányosságot elfedve növelik a villamosenergia felhasználást, csökkentik a berendezések élettartamát. Az érdekeltség megteremtésének egyik lehetősége az energianormák alkalmazása. Házgyáraink energiarendszere ehhez kellő műszerezettséggel nem rendelkezik. A munka művezetői szintjei olyan technológiai egységeket fognak át, amelyek a kellően lebontott energiafelhasználási információkat szolgáltatathatják.

Az ilyen szintű fogyasztásmérési rendszer kiépítéséhez házgyárainkban a személyi feltételek rendelkezésre állnak. A leágazások egy részének átalakítását elvégezve a fogyasztásmérők a meglévő tokozott elosztókba beépíthetők. E téren a veszprémi gyárban jelentős lépéseket tettek. A mérések bevezetésével megszüntethető az energiacszámolásnak az a káros gyakorlata, miszerint a transzformátorállomásban mért összes energiafogyasztást becsült arányszámok alapján terhelik

rá az egyes termelési egységekre. Az így számított adatok alkalmatlanok az objektív értékelésre.

Az optimális energiafelhasználás egyben a berendezések legkedvezőbb üzemét is jelenti, a műszakiaktól igényesebb szakmai munkát kíván, de ez az energiamegtakarításon túl a teljes berendezés üzembiztosabb működését, hosszabb élettartamát is eredményezi.

dr. Kisbán Gábor – Németh Miklós – Ormándlaky Zsolt:
Házgyárak termékre vetített fajlagos energiafelhasználásai
II. Villamosenergia felhasználások

Tanulmányunkban öt hazai házgyár termékre vetített fajlagos villamosenergia felhasználását vizsgáljuk. Helyszíni mérések alapján meghatároztuk az adalékanyag osztályozás, betonkeverés, betonkiszállítás, gyártósorok, késztermék kiszállítás, vasszerelő üzemrész és a világítás energia igényét. Jelezzük az energiamegtakarítás lehetőségeit a vizsgált területeken, javaslatokat teszünk a jelenleg végrehajtott átalakításokra és a felújítások kapcsán megoldható feladatokra.

Kisbán, Gábor – Németh, Miklós – Ormándlaky, Zsolt:
Der auf die Produkte bezogene spezifische Energieaufwand der Hausbauelementenbetriebe
II. Elektroenergieverbrauch

Es wurde der, auf die Produkte bezogene spezifische Elektroenergieverbrauch in fünf einheimischen Hausbauelementen-Betrieben geprüft. Aufgrund lokaler Messungen wurde der Elektroenergiebedarf bei der Förderung

der Zuschlagstoffe, dem Betonmischprozeß, der Betonförderung, den Fertigungsstraßen, der Förderung der Fertigprodukte, im Bewehrungsmontagebetrieb und zur Beleuchtung bestimmt.

Bezüglich der untersuchten Gebiete werden die Möglichkeiten der Energieeinsparung angedeutet und Vorschläge zu den zur Zeit durchführbaren und den im Zuge von Restaurierungsarbeiten angebrachten Änderungen gemacht.

Кишбан, Г. — Немет, М. — Ормандлаки, Ж.:
Расходы удельной энергии при производстве отдельных изделий на домостроительных комбинатах II. Расходы электроэнергии

В статье рассматривается вопрос расхода электрической энергии. На основании измерений, проведенных на месте, была определена энергоёмкость при введении заполнителя, смешивании бетона, выдаче бетона, транспортировке потоков и конечной продукции. Была определена также энергоёмкость железомонтажных цехов и освещения в целом.

В работе приводятся возможности экономии в исследованных сферах деятельности, и сделаны различные предложения в отношении экономии энергии.

Kisbán, Gábor – Németh, Miklós – Ormándlaky, Zsolt
Specific Energy Consumption of House Factories, II.: Electric Energy

The specific electric energy consumption of five Hungarian houses factories was studied. Power demand of lighting, steelmounting, aggregate handling, concrete mixings the delivery of fresh concrete, moulds, hardened concrete, etc. were determined separately by site measurements with, the aim to save energy. Proposals are made.

Lapszemle

MATÉRIAUX ET CONSTRUCTION, Párizs, 1982. 86. sz.

Mindess, S. — Diamond, S.: *A cementhabarcs repedése és törése.* 107 — 113. old.

A cementhabarcs repedési és törési folyamatainak részletes tanulmányozására olyan berendezést fejlesztettek ki, amelynek segítségével a törési folyamat scanning-elektronmikroszkóppal megfigyelhető. A repedés 43,6 N terhelésnél indult meg, és a hossza 12 mm-nél megállt. A repedés általában követi a homokszemcse-cement határfelületet. A kísérlet kezdetén már megfigyelték a homokszemcsék felületén apró repedéseket, amelyeket feltehetően a kötés folyamán lejátszódó zsugorodás okozott.

Galan, A.: *A betonban levő nyomószilárdság meghatározása a tranzverzális ultrahang-impulzus módszerével.* 127 — 133. old.

Megvizsgálták a betonban kialakuló nyomószilárdságnak a tranzverzális ultrahang impulzus hala-

dási sebességének mérésével történő meghatározásának a lehetőségét. A tranzverzális és longitudinális impulzus-terjedés sebesség mérésén alapuló kombinált módszer pontosabb értékeket ad, mint a csak egyirányú sebesség mérésén alapuló módszer. Az ultrahang-impulzus tovaterjedési sebességének mérésével további betontulajdonságok is meghatározhatók (rugalmassági modulusz, tranverzális rugalmasság stb.)

SILICATES INDUSTRIELS, Brüsszel, 1982. 2. sz.

Daube, J.: *A Linz-Donawitz acélgyártási eljárásnál keletkező salak cementadalékként történő alkalmazásának vizsgálata.* 55 — 59. old.

A nagyolvasztó salakjának cementadalékként történő alkalmazásával szerzett kedvező tapasztalatok alapján megvizsgálták a Linz-Donawitz acélgyártási eljárásnál keletkező salak cementadalékként történő alkalmazásának lehetőségét. Az L. D. salak hidraulikus

tulajdonságai klinker jelenlétében csökkennek, és a nagy CaO tartalom következtében a beton és a habarcs térfogata instabil. Ezen hátrányokat a L. D. salaknak kőszénpalával történő redukálásával kísérelték meg csökkenteni.

SILICATES INDUSTRIELS, Brüsszel, 1982. 3. sz.

Bakker, R. F. M.: *Nagyolvasztó salakjával kevert cementből készített beton korrózióállósága.* 91 — 95. old.

A 65%-nál több nagyolvasztó kohósalakot tartalmazó cementből készített beton jobb szulfátállósággal rendelkezik, mint a tisztán portlandcementből készült beton, és jobban ellenáll a tengervíz, valamint az alkáliák korrodáló hatásának. A jobb korrózióállóság az ionokkal és vízzel szembeni igen kis permeabilitással magyarázható. Ugyancsak a kis permeabilitás következtében csökken a betonvas korróziója, mert a kloridok nem jutnak el a vas felületéig.

Szélvédő üvegek vákuumkeretes előragasztása*

BARNA ISTVÁN – FEHÉR ZOLTÁN

Üvegipari Művek, Salgótarjáni Síküveggyára

Bevezetés

Az ÜM. Salgótarjáni Síküveggyárban új síküveg továbbfeldolgozó kapacitás épült ki, mely a KGST járműprogramhoz kapcsolódóan döntő többségben az IKARUS autóbuszok szélvédő- és oldalüvegeit állítja elő. A hajlított ragasztott biztonsági szélvédőgyártás egyik fontos technológiai lépésének — az előragasztásnak — hazánkban eddig még nem alkalmazott megoldását ismertetjük.

Az 1981. augusztusában bevezetett vákuumkeretes előragasztás szükségtelessé teszi nagyértékű tőkés import gyártóeszközök rendszeres beszerzését. Az új előkötési rendszer továbbra is a korábbi technológia alapvető berendezését és tartozékait alkalmazza. A speciális profilú vákuumgumikeretek hazai előállítását megoldottuk. Az új módszer biztosítja a félkésztermékre előírt minőségi követelmények teljesítését. A gyártósor adott szakaszán csökkenti a nehéz fizikai munkát. Bevezetésével jelentősen nőtt a gyártás rugalmassága.

1. Ragasztott biztonsági szélvédő üvegek gyártástechnológiája

1.1. Idomra vágás

Szélvédőgyártáshoz a legszigorúbb minőségi (elsősorban optikai) előírásokat is kielégítő, float eljárással készült síküveg szükséges. Az $1400 \times 1400 \times 3$ mm-es üvegtáblákból kézi működtetésű idomvágógéppel vágjuk ki a „kiterített” szélvédőnek megfelelő méretű és alakú táblákat. A későbbiekben összeragasztásra kerülő üvegpárt külön asztalon de egyidejűleg vágjuk idomra.

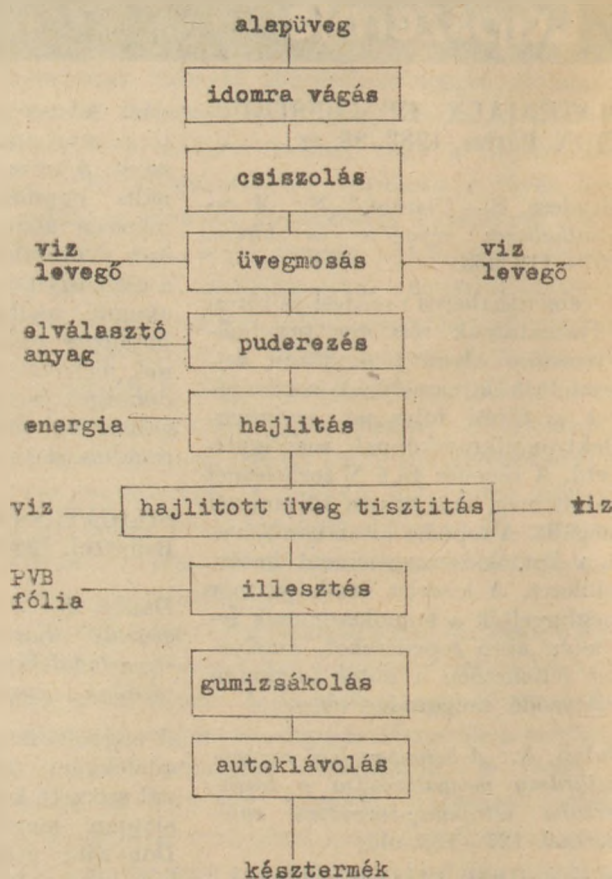
1.2. Csiszolás

Az idomra vágott üveglapok éleit vizes kereszt-szalag csiszológépen távolítjuk el. Az élek lecsiszolásával megszüntetjük a vágás és kitörés során

keletkezett mikrosérüléseket. A csiszolt üvegekkel történő munka kevésbé balesetveszélyes.

1.3. Üvegtisztítás

A tárolás, az idomvágás és csiszolás során az üvegtáblák szennyeződnek. A tisztítás síküveg mosó- és szárítógéppel történik. Ez kétszektoros berendezés, melynek első szektorában vízpermet alatt két, egymással szembeforgó kefehengerpár távolítja el a szennyeződések. A második szektorban pedig forrólevegős ventilátor segítségével az üvegről a nedvességet lefúvatjuk. Az üvegek szállítását gumigyűrűs hengerek végzik. A berendezés leszedő oldalán a tiszta, száraz üveglapok párosával állványra rakva az üveghajlító kemencéhez kerülnek.



* Petrile Lajos pályázat anyagából

1. ábra. Ragasztott biztonsági szélvédőgyártás blokkvázlata

1.4. Púderezés

Hajlítás előtt az üvegpárok egymással érintkező (belső) felületeit finom „elválasztó anyaggal” púderezük be, mely általában talkum. Szerepe, hogy megakadályozza a belső felületek súrlódás által okozott sérülését az üvegpát hajlítóformára történő rogyasztása során.

1.5. Hajlítás

Az üvegpárokat hőálló acélból készült hajlítóformákra helyezik, melyeket speciális kialakítású és működtetésű szállítólánc visz be a kemencébe. A hajlítókemence kb. 20 m hosszú. Első szakaszában az üveg pár mintegy 600 °C-ra melegszik fel. A rogyasztási zónában kb. 650 °C-on az üveg felveszi a hajlítóforma alakját. Ezt feszültségtelepítő hűtés, majd az üvegek kb. 80 °C-ra történő hűtése követi. A meghajlított üvegpárt levesszük a hajlítóformáról. Az üveg méretét és alakját a beépítési helynek megfelelő kialakítású kaliberekben ellenőrizzük, az üres hajlítóformák pedig visszaállító pályán ismét a kemence feladó részéhez érkeznek.

1.6. Hajlított üveg tisztítása

Az üvegpárok összeragasztásra szánt felületeit az „elválasztó anyagtól” nedves ruhával vagy por-szívózással tisztítjuk meg.

1.7. Illesztés

A ragasztó anyag 0,76 mm vastagságú PVB (polivinil-butriál) fólia, melyet köztes csomagoló fóliával együtt-tekereselve klímakamrában tárolunk. Az ugyancsak klimatizált és fokozott tisztasági követelményeket kielégítő illesztőteremben az összeragasztásra kerülő két üveg közé PVB fóliát rétegezzünk. Az így nyert *szendvics* (üveg – PVB fólia – üveg) tárolókocsikra rakva az előkötő berendezéshez kerül.

1.8. Előkötés

A PVB fólia közönséges körülmények között nem ragasztóképes. A 90–110 °C-ra felmelegített „szendvicsben” a PVB fólia meglágyul, ragasztóképesse válik. Ha a kilágyult fóliával érintkező üvegfelületek légmentes összenyomását biztosítjuk, akkor létrejön a kötés. Ez azonban nem végleges és optikailag erősen kifogásolható. Ezért az előragasztott szélvédő utókezelésére van szükség. A gyakorlati megvalósítás lehetőségeit részleteiben a következő fejezetben tárgyaljuk.

1.9. Autokláválás

Az előkötött szélvédőket speciális állványra rakjuk és sín pályán egy fekvő autoklávba toljuk. A lezárt autoklávban kb. 15 bar nyomáson és 135 °C-on az üveg – PVB fólia kötés véglegessé válik. A fólia anyaga irreverzibilisen polimerizálódik, a szélvédő optikailag tökéletesen tisztává lesz. Az autokláv lefűtatása és lehűtése után a szélvédőket kirakjuk, majd a késztermék minőségellenőrzése következik.

2. Előragasztási technológiák

A szélvédők előkötése alapvetően háromféle módon történhet:

- laminálással,
- gumizsákolással,
- gumikerekes módszerrel.

2.1. Laminálás

Szimmetrikus, enyhén hajlított és sík üvegek esetén eredményesen alkalmazható a laminálás módszere. Az illesztés utáni üvegszendvicset infraalagútban 90–110 °C-ra melegítik fel, és ezt követően speciálisan kialakított hengerpárral préselik össze. Ez az eljárás kereszt- és hosszirányban is asszimmetrikusan hajlított üvegek esetén (ilyen az IKARUS szélvédő) nem használható.

2.2. Gumizsákolás

A gyárunkban kialakított szélvédőgyártó sorban az előkötés gumizsákolással történt az alábbiak szerint:

Az illesztett üvegszendvicset billenthető asztalra fektetett hőálló gumizsákba helyezük, melynek szájrészét speciálisan kialakított szerkezettel légmentesen lezárjuk. Ekkor a vákuumvezetékekkel a zsák csonkjára csatlakozunk és kiszívjuk az üveg és a gumizsák közti térből a levegőt. 1–2 perces vákuumozás után a zsák már „nem engedi el” az üveget. A megtöltött gumizsákot a szájelzáró egységével együtt a billenthető asztal függőleges helyzetbe állítása után átgörgetjük a gumizsák behordókocsra. A kocsin 10 db gumizsák helyezhető el. A behordókocsit ezután a gumizsák kemencébe toljuk. A forró légcirkulációs kemencében 130–135 °C hőmérséklet van. A gumizsákok vákuumszivattyúzását (480–500 bar) az előkötési folyamatok ideje alatt végig fenntartjuk. A kemencében történő hőkezelés 22–25 percig tart, majd a behordókocsit az elszívóernyő alá tolva ventillá-

torok segítségével a zsákokat lehűtjük. Hűtés után a gumizsákok ürítése a fentebb említettekkel ellentétes módon történik. Újratöltésükkel indul a következő előkötési ciklus.

2.3. Gumikeretes módszer

Az eljárás lényege, hogy az illesztés után kapott szendvics körbefutó szélére végtelenített gumikeretet helyezünk, mely légmentes zárást biztosít. A keretbe épített szelep segítségével vákuumvezetékhez csatlakoztatható az így kapott „keretes szendvics”. Az előkötéshez szükséges hőkezelés a legtöbb esetben fűtött alagútban történik. Mivel ezt az eljárást csupán külföldi tapasztalatok alapján tanulmányozhattuk, nem térünk ki a gyakorlati megvalósítás részleteire, az alagút kialakítására, a „keretes szendvicsek” továbbítására, az üzemeltetési paraméterekre.

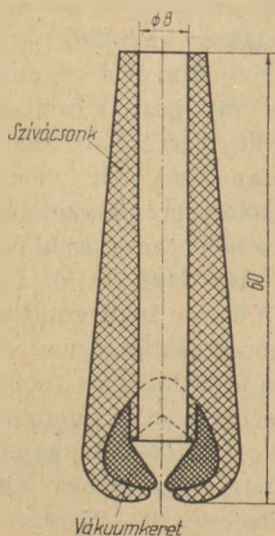
Azt tűztük ki célul, hogy igazodva a meglévő technológia által adott lehetőségekhez, a gumi zsákkemence és tartozékegységei felhasználásával a mi viszonyainkra alakítsunk ki gumikerekes előkötési technikát.

3. Műszaki-technikai feltételek biztosítása a vákuumkeretes módszer bevezetéséhez

3.1. Vákuum gumikeretek készítése

A vákuumkeretek anyagának a szilikongumi felel meg legjobban. A keret legoptimálisabb profilját és a szilikongumi keménységét kísérleti úton határoztuk meg. A profil előállításához extruder szerszámot terveztünk.

A vákuumkerethez szükséges szívócsonkokat (2. ábra) PEMŰ gyártotta le az általunk megter-



2. ábra. Szívócsonk

vezett és elkészített szilikoncsőszerszám segítségével. A szilikongumi keretek végtelenítését és a szívócsonkok beültetését szilikonkaucuk ragasztó felhasználásával végeztük.

3.2. Tárolókocsi átalakítása

A gumizsákos eljárásnál használatos kerek csikat úgy alakítottuk át, hogy vázszerkezetük alkalmassá vált a vákuum vezetésére és elosztására. Minimális átalakítási munkával olyan tároló-szállítóeszközökhöz jutottunk, melyek az illesztőtermi feladatok után a keretes üveg-szendvicsek gumizsákkemencébe történő bevitelét is elvégzik. Ezek a kocsik feltöltött állapotban is könnyen mozgathatók.

3.3 Üzemeltetési paraméterek meghatározása

A gumizsákos eljárás tapasztalataiból kiindulva kísérletezéssel állapítottuk meg a legjobb előragasztási paramétereket. Ezek a következők:

Az előkötés hőmérséklete: 110—100 °C

Az előkötés során alkalmazható vákuum: 630—650 torr, ami azt jelenti, hogy az üveg-szendvics belső felületeinél 760 — 650 = 110 torr vákuum van. Ez a gumizsákolásnál elérhető vákuumnak csaknem kétszerese, s az előragasztott termék jelentős minőségjavuláshoz vezet.

Az előkötés ciklusideje: 10—12 perc.

A hőkezelés után a szélvédők lehűlése is rövidebb ideig tart, hiszen a nagy hőkapacitású gumizsákok ebben az esetben hiányoznak. A 3. ábra „keretes szendvicsekkel” töltött tárolókocsit mutat be, a 4. ábrán pedig ugyanez látható a gumizsákkemencébe beoltva.

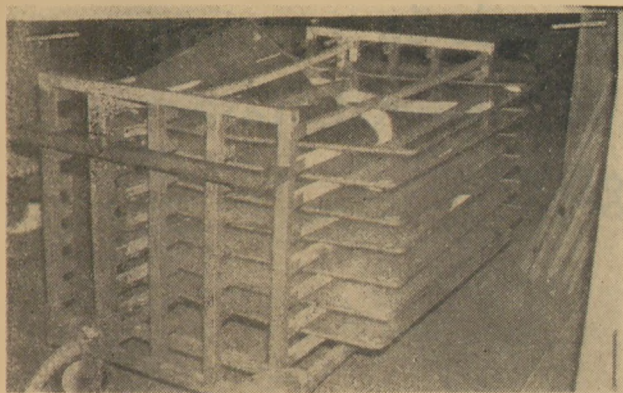
4. Megtakarítások a vákuumkeretes módszer esetén

4.1. Import gyártóeszköz megtakarítás

Az új előkötési rendszer bevezetésével a hajlított szélvédőgyártáshoz nincs szükség a nagyértékű tőkés (NSZK) importból beszerezhető gumizsákokra. A gyártási tapasztalatok alapján 1982-re 100 db gumizsák beszerzését irányozzuk elő.

4.2. Energia megtakarítás

Mindkét előkötési módszer esetén mérésrel meghatároztuk az 1 db szélvédőre eső energia-felhasználást.



3. ábra. Keretes szendvicsekkel töltött tárolókocsi

Fajlagos értékek:

- gumizsákos módszer 3,57 kWh/ IKARUS szélvédő
- vákuumkeretes módszer: 1,19 kWh/IKARUS szélvédő

4.3. Létszámmegtakarítás

A gumizsákolás előkötési rendszer technológiai létszámgénye: 3 fő/műszak. Az új előkötési rendszerrel létszámszükséglet felére csökkenthető.

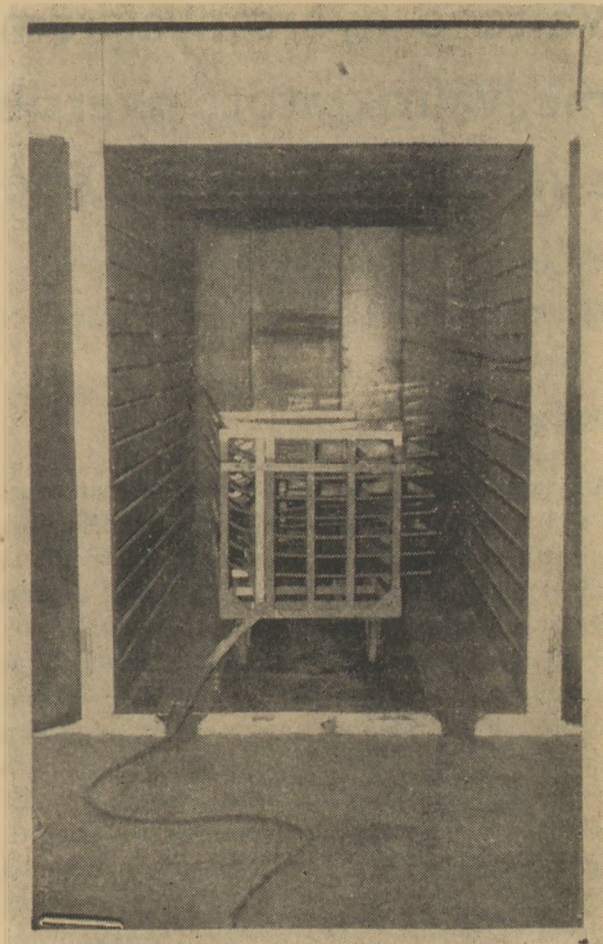
5. Nem számszerűsíthető előnyök

Az új előkötési rendszer néhány további jelentőségét említjük meg. Ezek jelenleg számadatokkal egyértelműen nem kifejezhető előnyök, azonban közvetlenül, vagy közvetve kimutathatók.

A gumizsákolásos előkötés megszüntetésével a gyártástechnológia egy adott szakaszán jelentősen csökkentettük a nehéz fizikai munkát. A nagytömegű, nehezen mozgatható billenthető asztallal és behordókocsival végzett munka elmarad.

A régi módszernél lényegesen nagyobb vákuumot érhetünk el a gumikeretek használatával. Emiatt tökéletesebb az előragasztás, s az előragasztási hibákra visszavezethető végtermék selejttel gyakorlatilag már nem kell számolnunk.

Az új előkötési rendszer kiterjeszthető a személygépkocsi szélvédőkre, valamint az eddig még a gumizsákok méretkorlátai miatt nem gyártható különleges szélvédő típusokra is. Az adott szél-



4. ábra. Tárolókocsi a gumizsák kemencében

védő típusnak megfelelő keretet a gumieszközök karbantartását végző dolgozó gyorsan el tudja készíteni. Tervezzük az IKARUS 300-as és IKARUS 400-as autóbuszok nagyméretű panoráma szélvédőinek gyártását. Ez a termékválaszték bővítés az előragasztás oldaláról könnyen megoldható, tehát az újrendszer bevezetésével nőtt a gyártás rugalmassága is.

Barna, István – Fehér, Zoltán: Vorverklebung von Windschutzscheiben mit Vakuumrahmen

Barna, István – Fehér, Zoltán: Pre-pasting of Windshield Glasses in Vacuum Frame

Барна, И.—Фехер, З.: Предварительное оклеивание ветрозащитных стекол вакуумными рамами

Változó nyersanyagkomponensek és megváltoztatott nyersliszt kondíciók hatása a nyersliszt reakcióképességére*

KRÄHNER, A. – GATHEMANN, B.

VEB Zementanlagenbau Dessau Institut Weimar, NDK

Bevezetés

A nyersanyagminőségben, a technológiában, vagy a gyártóberendezésekben bekövetkező változások jelentősen növelhetik, vagy csökkenthetik a klinkerégető kemencék teljesítményét. Kieser, Krähner és Gathemann [1] egy olyan laboratóriumi égetőberendezésről számoltak be, amely az üzemihez hasonló anyaghőmérsékletet és tartózkodási időt biztosít, s amelynek segítségével a nyersanyagban bekövetkező változások (pl. eredet, beállítás, mineralizátorhatás, hamubeépülés, stb., égetési folyamatra gyakorolt hatása mérhető, ill. értékelhető. Ezt a berendezést speciálisan a SKET/ZAB 1500 t/nap teljesítményű, szárazeljárású, olajtüzelésű kemencéjéhez fejlesztették ki. A jellemző anyagátalakulási folyamatokat figyelembe véve, a zsugorítási tartományon ($> 1250^\circ\text{C}$) kívül az alacsony hőmérsékletű tartományban ($< 1250^\circ\text{C}$) is vizsgálták a mészlekötési folyamatok előrehaladását, értékelték és felhasználták a fajlagos hőigény becslésére [2].

Amennyiben különböző összetételű, ill. származási helyű nyerslisztkeverékek gyakorlati (mért) reakcióképességét elméleti (számított) reakcióképességgel kívánják helyettesíteni, igen sok anyagi jellemzőt kell figyelembe venni [3–7]. Adott telephelyen a kérdés lényegesen egyszerűsíthető, amikor is azonos technológiai körülmények mellett kell a nyerslisztkeverék korrigálását, a komponensek változtatását végrehajtani a kívánt klinkerminőség biztosítása érdekében.

Kísérletek

Egy háromdimenziós, háromváltozós ($\text{KSt} =$ mészstandard Kühl szerint; $\text{SM} =$ szilikátmodulus; $\text{AM} =$ aluminátmodulus) kísérleti terv sze-

rint háromféle négyösszetevős nyerslisztet állítottak elő (1. táblázat). A keverék összetételének széles határok közti változtatása érdekében az Al_2O_3 -, SiO_2 - és Fe_2O_3 -hordozó anyagokat úgy választották meg, hogy a kérdéses oxidokat minél nagyobb hányadban tartalmazzák. A két CaO -hordozó komponens az eltérő szennyezettségi fok alapján ugyancsak jól megkülönböztethető volt. A kísérleti terv szerint a változók határértékei a következők voltak:

$$92 \leq \text{KSt}_I \leq 100$$

$$1,8 \leq \text{SM} \leq 2,8$$

$$1,2 \leq \text{AM} \leq 2,0$$

A nyerslisztkeverék őrlésfinomságát szűk határok közé állították be. A nyersanyagkomponensek eltérő őrlhetősége miatt az őrlést külön-külön végezték, utólagos keveréssel. Az őrlmények szita-maradéka és átlagos szemcsemérete ($29,2 \pm 3,1 \mu\text{m}$) megfelelt az üzemi értékeknek, ugyanakkor a legfinomabb szemcsék hányada nagyobb volt. Az égetést 30 térf. % CO_2 tartalmú gázatmoszférában, az égetési rendszernek megfelelő dinamikus laboratóriumi berendezésben végezték.

Eredmények

A reakcióképesség (mészlekötési fok) növekedése mindegyik sorozatnál megállapítható volt

– csökkenő CaO (+ MgO)- és SiO_2 -tartalom, valamint

– növekvő Al_2O_3 - és Fe_2O_3 -tartalom esetén, azonban nem mutatott kielégítően szoros korrelációt. Éppen ezért megvizsgálták, hogy fennáll-e az $A = m \cdot \text{KSt}_{\text{III}} + n \cdot \text{SM} + o \cdot \text{AM}$ lineáris összefüggés, ahol m , n , o a nyerslisztparaméterek iránytényezője, „A” pedig definíciószerűen az az elméleti (számított) érték, amely a kísérletileg meghatározott mészlekötési jellemzővel összefüggésbe hozható.

* A XII. Szilikátipari és Szilikáttudományi konferencia anyagából

	Mészkeő K	Mészkeő R	Agyag K	Agyag M	Homok R	Piritpörk C
Izz. veszt. %	39,1	43,4	14,3	11,8	0,3	4,0
SiO ₂ %	6,8	0,6	44,4	50,9	98,7	4,8
Al ₂ O ₃ %	2,7	0,5	13,5	18,6	0,5	1,4
Fe ₂ O ₃ %	1,3	0,5	5,8	7,6	0,6	82,3
CaO %	48,3	54,5	8,4	2,6	0,2	1,6
MgO %	0,8	0,6	7,8	2,8	0,2	0,3
1. sorozat	+	-	+	-	+	+
2. sorozat	-	+	+	-	+	+
3. sorozat	-	+	-	+	+	+

Az alacsony hőmérsékleti tartományra

$$m = -0,016; n = -0,31; o = +0,10;$$

a zsugorítási tartományra

$$m = -0,022; n = -0,14; o = \pm 0 \text{ értékek adódtak.}$$

Az adatokból látható, hogy az alacsony hőmérsékletű tartományhoz viszonyítva a zsugorítási tartományban a mésztelítés mészfelvételre gyakorolt hatása növekvő, a szilikátmodulus csökkenő, az alumínátmodulus változtatása pedig hatástalan.

Az 1. ábrán az „A” számított értékei:

$$A_1 = -0,016KSt_{III} - 0,31SM + 0,10AM \text{ és}$$

$$A_2 = -0,022KSt_{III} - 0,14SM$$

K_1 és K_2 mérési adatok függvényében kerültek ábrázolásra. K_1 és K_2 a K' értékek középértékei az alacsony- és a zsugorítási hőmérséklet-tartományban.

A regressziós egyenesek egyenletei és korrelációs tényezői a következőknek adódtak:

$$1. \text{ sorozat: } K_1 = 0,234A_1 + 0,84 \quad (B_{xy} = 0,958)$$

$$K_2 = 0,353A_2 + 1,791 \quad (B_{xy} = 0,845)$$

$$2. \text{ sorozat: } K_1 = 0,196A_1 + 0,606 \quad (B_{xy} = 0,875)$$

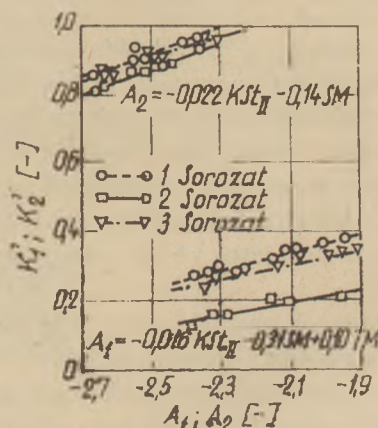
$$K_2 = 0,357A_2 + 1,761 \quad (B_{xy} = 0,972)$$

$$3. \text{ sorozat: } K_1 = 0,215A_1 + 0,758 \quad (B_{xy} = 0,917)$$

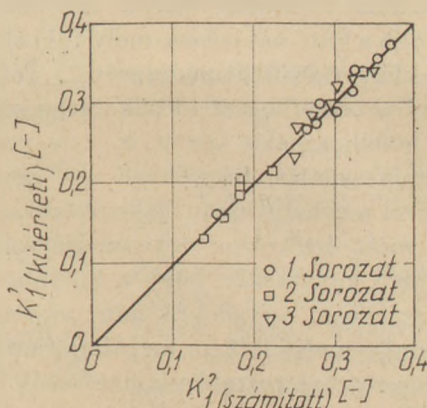
$$K_2 = 0,277A_2 + 1,59 \quad (B_{xy} = 0,828)$$

A korrelációs tényezők igen jó, ill. jó lineáris összefüggésre utalnak.

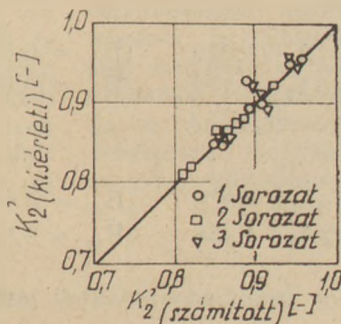
A 2. és 3. ábra a számított és kísérletileg meghatározott K' értékek közötti korrelációt mutatja be, a nyersanyagfajtákra jellemző egyenletek figyelembevételével. Adott nyersanyagkomponensek és örlési körülmények esetén tehát lehetőség van egy tetszés szerinti összetételű nyersliszt reakcióképességének számítására, s ennek alapján



1. ábra. A nyerskeverék paramétereinek hatása a reakcióképességre (mészlekötésre)



2. ábra. Nyerslisztek kísérletileg és számítás útján meghatározott reakcióképességének (mészlekötésének) korrelációja, nyersanyagtól függő egyenletek figyelembevételével. Alacsony hőmérsékletű tartomány



3. ábra. Nyerslisztek kísérletileg és számítás útján meghatározott reakcióképességének (mészlekötésének) korrelációja, nyersanyagtól függő egyenletek figyelembevételével. Zsugorítási hőmérséklet tartomány

az égetési viszonyok szükséges korrekciójára. Ezen túlmenően megállapítható, hogy a zsugorítási tartományban a reakcióképeség változását elsősorban a keverék beállítása határozza meg, míg az alacsony hőmérsékletű tartományban mind a beállítás, mind pedig a nyersanyagok kémiai-ásványi összetétele jelentős befolyásoló tényező.

A fajlagos hőfelhasználásra vonatkozó megállapítások

A reakcióképeség szétválasztása az alacsony hőmérsékletű és a zsugorítási tartományra igen fontos a nyersliszt reakcióképesége és a fajlagos hőfelhasználás közötti összefüggés vizsgálatánál. A zsugorítási tartomány kizárólagos figyelembevétele ugyanis elfedi az alacsonyabb hőmérsékleten jelentkező sajátos különbségeket és ezek hatásait.

A Krähner—Kieser [1] által felállított összefüggések az alacsony hőmérsékletű tartományban figyelembe veszik az agglomerációnak a hőcserélőben jelentkező porkörfolyamatra való hatását és a füstgázveszteségek ezzel összefüggő változását. A zsugorítási tartományban a hőfelhasználást befolyásolja a hűtő hatásfoka, mely többek között függ a klinker szilikátmodulusától. Tekintetbe kell venni az összefüggést a klinkeráthocsátás és a fajlagos hőfelhasználás között is.

A hőfelhasználás becslésénél az egyenletek segítségével meghatározott reakcióképeségi értékeket a mért értékekkel egyenrangúan kell kezelni. Ebből következik, hogy a különböző lelőhelyről származó anyagokra felírt egyenleteket összehasonlítva első látásra megállapítható, hogy az alkalmazott változtatások hatásosak-e.

Például:

R és D cementgyárak esetében az alábbi egyenletek adódtak:

R cementgyár

$$K'_1 = 0,441A_1 + 1,279 \quad (B_{xy} = 0,882)$$

$$K'_2 = 0,346A_2 + 1,779 \quad (B_{xy} = 0,929)$$

D cementgyár

$$K'_1 = 0,114A_1 + 0,570 \quad (B_{xy} = 0,910)$$

$$K'_2 = 0,222A_2 + 1,438 \quad (B_{xy} = 0,828)$$

Az egyenletek összehasonlításából látható hogy az R cementgyár nyersanyagaira vonatkozó egyenesek iránytényezői lényegesen nagyobbak, kb. 2,2-szeres hőfelhasználási eltolódásokat jelez-

nek. Ez azt jelenti, hogy ezen a helyen a nyersliszt stabilizálásával szemben nagyobbak a követelmények.

IRODALOM

- [1] Kieser, J. — Krähner, A. — Gathemann, B.: Zement-Kalk-Gips (1979) 9. p. 442
- [2] Krähner, A. — Kieser, J.: Weimar, 7. Intern. Baustoff- u. Silikattag. Tagungsber. Sekt. 2, Bindem., Vortrag 2. 1. 15., p. 71. (1979)
- [3] Ludwig, U. — Ruckenstein, G.: Forsch. Ber. d. Landes NEW, Westdt. Verl. Opladen, (1973) Nr. 2372
- [4] Ludwig, U. — Ruckenstein, G.: Cem. Concr. Research (1974) 4. p. 239.
- [5] Kock, H. — Rey, R. — Becker, F.: Moscow, VI. Intern. Congr. on the Chemistry of Cement, Suppl. pap. 31 sect. 1—4 (1974)
- [6] Fundal, E.: World cem. technol. (1979) 6. p. 195.
- [7] Ibrahim, S. E.: Diss. Rheisch-Westfälische TH Aachen (1979)

Krähner, A. — Gathemann, B.: Változó nyersanyagkomponensek és megváltozott nyersliszt-kondíciók hatása a nyersliszt reakcióképeségére

A gyakorlatihoz hasonló laboratóriumi égetési kísérletekkel vizsgáltuk azt, hogy a változó nyersliszt-összetétel hogy befolyásolja valamely lelőhelyről származó nyersliszt reakcióképeségét és a reakcióképeség, valamint a nyersanyagkomponensek között milyen összefüggések találhatók. Megállapítottuk, hogy a reakcióképeséget a zsugorító szakaszban elsősorban az összetételi paraméterek szabják meg, itt a nyersanyagok különbözősége a reakcióképeséget alig befolyásolja. A zsugorítószakaszban alacsonyabb hőmérsékleten a reakcióképeséget nemcsak az összetételi arányok, hanem a nyersanyagok változó kémiai, mineralógiai állapota is befolyásolja. Itt az összetételi arányok a reakcióképeséget kisebb mértékben befolyásolják, mint a zsugorító szakaszban. A kísérleti égetések és a nyersanyag valóban mért vagy kiszámított reakcióképesége között jó az összefüggés és ugyanazon lelőhely esetében a kísérleti égetések alapján jól lehet következtetni arra, hogy a nyersanyag arányok megváltoztatása milyen hatással lesz a nyersliszt reakcióképeségére. A zsugorító szakasz ill. az alacsony hőmérsékletű szakasz — mint láttuk — különböző mértékben befolyásolja a nyersliszt reakcióképeségét. Ennek ismerete elsősorban a fajlagos hőenergiafelhasználás szempontjából jelentős.

Крэхнер, А. — Гатеманн, Б.: Влияние различных сырьевых компонентов и изменяющихся условий кондиционирования на реакционную способность сырьевой муки

В лабораторных условиях, сходных с практическими условиями исследовалось влияние состава сырьевых смесей на их реакционную способность при обжиге. Было установлено что в зоне спекания реакционная способность зависит в первую очередь от состава в этом интервале реакционная способность сырьевых смесей не играет существенной роли. При более низких температурах реакционная способность зависит не только от соотношения составляющих компонентов, но также и от изменения химического и минералогического состава. В этих зонах обжига соотношения составляющих оказывают на реакционную способность меньшее влияние, чем в зоне спекания. Между результатами экспериментальных обжигов и действительно измеренной или же рассчитанной реакционной способностью имеется хорошая взаимосвязь, и в случае одинаковых месторождений на основе экспериментальных обжигов можно сделать правильные заключения в отношении того, какое влияние на реакционную способность сырьевой муки окажет изменение соотношений сырьевых материалов. Зона спекания и зоны более низких температур оказывают различное влияние на реакционную способность сырьевой муки. Значение этого влияния является важным в первую очередь с точки зрения удельного расхода тепловой энергии.

Krähner, A. – Gathemann, B.: Über den Einfluß wechselnder Rohstoffkomponenten und veränderten Rohmehlconditionierung auf die Rohmehlreaktivität

Mit Hilfe eines Laborbrennverfahrens, das sich durch praxisähnliche Brennbedingungen auszeichnet, wurde untersucht, wie sich unterschiedliche Rohmehlversätze auf die Reaktivität der Rohmehle eines Standortes auswirken und welche Beziehungen zur Reaktivität von gleichgestellten Rohmehlen bei geänderten Rohstoffkomponenten bestehen:

- Die Reaktivität wird im Sinterbereich dominant von den Versatzparametern bestimmt; zum Einsatz kommende unterschiedliche Rohstoffkomponenten wirken sich wenig differenzierend aus.
- Die Reaktivität im Bereich unterhalb der Sinterung wird sowohl vom unterschiedlichen chemisch-mineralogischen Bestand der Rohstoffkomponenten als auch von den Versatzparametern beeinflusst. Der Einfluß der Versatzparameter ist geringer als im Sinterbereich.
- Auf Grund von guten Korrelationen zwischen experimentell und rechnerisch ermittelten Reaktivitätswerten für Rohmehle jeweils eines Standortes, können die Auswirkungen von Versatzänderungen vorausberechnet werden.

- Besonders im Interesse der Ableitung von Beziehungen zwischen Rohmehlreaktivität und spezifischem Wirmelaufwand ist die differenzierte Betrachtung des Nieder-temperatur- und Sinterbereichs notwendig.

Krähner, A. – Gathemann, B.: Effect of Changing Raw Material Components and Raw Meal Conditioning on the Reactivity of Raw Meal

Burning tests, with conditions similar to those of practical burning have been carried out to examine the reactivity of different raw mixes from the same locality; reactivity vs. material property interconnexions were sought. Reactivity in the sintering zone is primarily controlled by compositional parameters; differences of raw material quality are here ineffective. At lower temperature, however, reactivity is determined by other factors too (the chemical and mineralogical state of the raw materials), while composition plays a lesser role as contrasted to the sintering zone. A close correlation exists between experimental and calculated reactivities the test burnings give a fair basis to predict changes in reactivity as a function of raw material ratios. This is important from the point of specific thermal energy consumption.

Lapszemle

RIVISTA STAZIONE SPERIMENTALE DEL VETRO, Murano-Venezia, 1982. 1. sz.

Bonetti, G.: *Rádióaktív hulladékok tárolási lehetősége üvegbe történő beolvasztással.* 15–28. old.

Kiválasztották a rádióaktív hulladékok tárolására legalkalmasabb üveg-típusokat, valamint ezen üvegek előállítási módszereit. A rádióaktív elemeket tartalmazó üvegek nagyfokú biztonságot jelentenek, ezen túlmenően figyelemreméltó fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek. Azon vizsgálati módszerek ismertetése, amelyekkel meghatározható ezen üvegek hosszú periódusra várható kémiai, hőtechnikai és nukleáris stabilitása.

Zecchin, L.: *A XV. századból származó üvegösszetétel-receptek.* 33–38. old.

A firenzei állami levéltár 797. számú kéziratának 3. fejezetében ta-

lálható egy személyes feljegyzés, amelyben üvegösszetételek találhatók. A feljegyzés feltehetően 1475 körül készült Toszkanában, azonban az üvegreceptek egy része Muranóból származik. Különösen jelentős a kristályüveg és „kalcedon”-üveg előállítási módjának a leírása, mivel ezen üvegekre vonatkozóan ez a feljegyzés a legelső.

SILICATES INDUSTRIELS, Brüsszel, 1982. 6. sz.

Gebauer, J.: *A szállópernyéből készített beton korróziója.* 155–159. old.

Különböző cementminőséggel, ill. cementtartalommal készített vasbeton rudakat szabad levegőn tárolnak, és a betonban lévő vas korrózióját 0,5, 1, 2, 3, 5, 10, 20 és 50 év elteltével ellenőrzik. Jelenleg az 5 éves eredmények már rendelkezésre állnak. Ezen eredmények szerint a korrózió folyamatát elsősorban a cement mennyisége, és

nem a cement minősége határozza meg. A víz/cement arány szintén nem befolyásolja a betonban lévő vas korrózióját.

TIZ FACHBERICHTE, Coburg, 1982. 6. sz.

Habel, G. A.: *Új építőkő melléktermékből előállítási módszer (DBP).* 410–413. old.

Barnaszenpernye felhasználásával előállítottak többféle építőkövet. Három sorozat műkővet vetettek alá duzzasztási próbának és vizsgálták a hőtágulási együtthatójukat. A duzzasztási vizsgálatokat a BS 1180 1944 brit szabvány szerint végezték. A HABEL-eljárással megvizsgálták az építőkövek tulajdonságait: testsűrűséget, vízfelvételt, fagyállóságot, rugalmassági modulust, nyomószilárdságot, duzzadást, zsugorodást és hőtágulást. Az eredmények alapján az építőkövek megfelelnek a fenti szabvány követelményeinek.

IV. Nemzetközi Cementmikroszkópiai Konferencia

(1982. március 28. — április 1. Las Vegas, Nevada, USA)

A Nemzetközi Cementmikroszkópiai Egyesület (International Cement Microscopy Association, ICMA) a cementmikroszkópos szakemberek 1981 évi, houstoni találkozásán alakult meg hivatalosan, néhány lelkes cementmikroszkópos azonban már korábban is szervezett találkozón vitatta meg a közös problémákat. Ez az oka annak, hogy az 1982 évi konferencia a 4. sorszámmal kapta.

A mikroszkóp sokoldalúan használható eszköz a cement, beton, klinker és hasonló anyagok vizsgálatára. Örömmel kell ezért üdvözölni a közös érdeklődésre számot tartó kérdéseket megvitató konferenciát, ahol a gyártó és a kutató, a minőségellenőr és a műszergyártó egyaránt szóhoz jut, kicserélheti tapasztalatait. Különösen fontos a problémák közös megválaszolása olyan komplex területeken, mint a cementmikroszkópia, ahol statisztikailag szignifikáns eredményeket csak több módszer alkalmazásával és több laboratórium együttműködésével lehet nyerni.

A szakterület egyik legbonyolultabb kérdése a klinker minő-

ségének előrebecslése a mikroszkópi kép alapján. Ismeretes, hogy Dr. Josio Ono japán szakember 1968-ban módszert ajánlott, melynek lényege, hogy az alitméret, alit-kettőtörés, belitméret és belit szín mikroszkópos megfigyelése alapján olyan adatok nyerhetők, melyekből a cement 28 napos szilárdsága meglehetősen pontossággal előre becsülhető. Az ICMA konferencia egyik legfontosabb célja az Ono-módszer összefoglaló értékelése volt; hasonló összefoglaló panel foglalkozott a mikroszkópos vizsgálat és a betonminőség közötti összefüggések kérdéseivel.

A két panelmegbeszélést előadások követték. Összesen 27 előadást küldtek a Konferenciára, ezek a következő tématerületeket ölelték fel: 1. Nyersanyagok mikroszerkezete, 2. Klinkerek mikroszerkezete, 3. Cementek és habarcsok mikroszerkezete, 4. Betonok mikroszerkezete.

Összesen 11 országból érkeztek előadások (Franciaország, India, Írország, Japán, Kanada, Katar, Kuvait, Lengyelország, Magyarország, Nagybritannia és természetesen a vendéglátó Egyesült

Államok). Megemlítjük, hogy hazánkban két előadást tűztek napirendre: Kísérleti forgókemencében égetett portlandcement vizsgálata röntgendiffrakciós és mikroszkópos módszerekkel (szerzője Jankó András, SZIKKTI) és Cementklinker mennyiségi fáziselemzése analitikai elektronmikroszkóppal (szerzői Kovács Kristóf és Tamás Ferenc, Veszprémi Vegyipari Egyetem). Ez utóbbi előadás szóban is elhangzott. A konferencia sikerét jelentősen előmozdította a kiállítás, ahol a jelenlevők a mikroszkópok és mintaelőkészítő berendezések új generációját tanulmányozhatták, összehasonlító és értékelő méréseket végezhettek.

A Konferencia határozata alapján a jövőben is folytatódik a szervezett mintacsere. Évenként három gondosan átlagosított minta készül és a közös programban résztvevők ezeket saját laboratóriumukban vizsgálják meg a rendelkezésre álló berendezésekkel. Az eredményeket azután közösen értékelik, kiszámítják az átlagokat, standard szórásokat és a varianciahányadosokat. Csak az ilyen jellegű módszertől várható statisztikailag is jellemző eredmény. Az eddigi körvizsgálatokban 20–35 fő vett részt, de kívánatos volna a szervezet bővítése (a csatlakozást írásban lehet bejelenteni az ICMA elnökénél: W. W. Rowe, General Chairman of ICMA, General Portland Inc. P.O.B. 210 548, Dallas, Texas, USA).

Dr. Tamás Ferenc

X. Cement- és Azbesztcementipari Konferencia

(Jugoszlávia, Tuzla-Lukavac)

1982. június 22–26 között Tuzla-Lukavac-ban tartották meg a jugoszláviai X. Cement- és Azbesztcementipari Konferenciát. A Konferencia a JUCEMA (Jugoszláviai Cement- és Azbesztcementipari Egyesülés, Zagreb) keretében került megrendezésre a Lukavaci Cementgyár bevonásával. Jugoszláviában két évenként rendeznek ilyen konferenciát.

A Konferencia munkájában mintegy 130 fő vett részt, akik kép-

viselték Jugoszlávia valamennyi autonóm tartományának cement-, illetve azbesztcementiparát.

A Konferencia hivatalos nyelve: szerb-horvát volt.

A Konferencián két meghívott külföldi előadó vett részt: prof. J.F. Young (USA) valamint jelen beszámoló írója. Előadásom címe: „Krizotil-azbeszt finomszerkezete és fizikai-kémiai tulajdonságai”.

A Konferencián 8 plenáris előadás hangzott el, illetve 40 poszter-

előadás került bemutatásra 3 szekcióban:

Szekció I/A	— Cementkémia
— 10 előadás	
Szekció I/B	— Azbesztcement
— 5 előadás	
Szekció II/A	— Cementgyártás
— 14 előadás	
Szekció II/B	— Automati- zálás
— 3 előadás	
Szekció III	— Cementmi- nőség, vizsgálati módszerek, szab- ványosítás
— 8 előadás	

A plenáris üléseken elhangzott előadások átfogó tájékoztatást adtak a jugoszláv cement- és azbesztcementipar jelenlegi helyzetéről és a távlati fejlesztés fő irányairól (S. Keglevic), a klinker égetési folyamatainak korszerű vizsgálati módszereiről (I. Kocuvan), a cementipari hulladékhoz hasznosításáról (P. Grizogono), a cement minőségéről (J. Stražisar), valamint a cementgyártás és felhasználás összehangolásáról (J. Skomrey). A plenáris üléseken elhangzott előadások témái voltak a tüzelőanyagokkal kapcsolatos kérdések is: összefüggések a technológiai paraméterek és a hagyományos-tól eltérő tüzelőanyagok között a cementiparban (P. Žižić), a folyékony tüzelőanyag helyettesítése porszánnal a cementiparban (B. Grubišić), a jugoszláv cementipari tüzelőanyagbázis jelenlegi helyzete és perspektívái (V. Viletić).

A plenáris előadások szövege nem került külön kiadásra. A poszter-előadások összefoglalóját a Konferencia megnyitásakor közreadták.

A poszter-előadások egy részét az Oktató, illetve Kutató Intézetek

tudományos dolgozói (köztük sok nemzetközileg is elismert szakember), másik igen jelentős részét a cement-, illetve azbesztcementgyárak dolgozói tartották. Szép számban szerepeltek közös előadások is.

Az alapkutatási jellegű előadások közül megemlíthetők: B. Matković — V. Carin — T. Gačša — R. Halle — J. Jelenić: „ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$ hatása a dikalcium-szilikát képződésére és hidratációs tulajdonságaira”; E. Puhar — V. Garin — B. Matković — I. Jelenić — R. Halle — T. Gačša: „A szulfát hatása a C_3S — C_2S — C_3A rendszer fázisösszetételére és tulajdonságaira”; I. Jelenić — A. Bezjak: „Dikalcium-szilikát α' -módosulatának „szuperszerkezeti” jellemzői”; A. Bezjak — I. Jelenić — V. Mlakar — A. Panović: „A hidratáció előrehaladásának előrebecslése a portland-cement pépben”.

Az üzemi problémákkal foglalkozó előadások témái: A. Panović — M. Slišković — A. Bakić: „A cement- és nyersmalom rekonstrukciójának eredményei”; I. Imamović — H. Kušljagić — S. Static: „A klinker fizikai-mechanikai tulajdonságainak hatása a cement

minőségére és a cementmalom teljesítményére a Lukavac-i cementgyárban”; Z. Kuprešak — Lj. Jorgić — D. Pozderović: „Belit cement gyártásának tapasztalatai a Lukavac-i cementgyárban”; M. Jahić — S. Bešlić: „Néhány tapasztalat alacsony szilikát modulusú cement előállításakor”.

Az elhangzott előadások közül figyelemre méltóak azok az eredmények, amelyekről E. Eberl — D. Valentinčić — V. Tinta — I. Pavlin „Az őrlőtesttöltet összetételének hatása a cement szerkezetére és szilárdságára” c. előadásukban számoltak be.

Magyarországi szempontból is tanulságos lehet K. Popović — V. Ukrajinčik — N. Kamenić: „A cementválasztékot a műszaki szükségletekhez kell igazítani” c. előadása, amelyben a szerzők néhány, konkrét javaslatot tesznek a cementválaszték és a fogyasztói követelmények jobb összehangolására.

A Konferencia szervezése, munka stílusa igen jó volt. Az előadásokat általában közvetlen vita, hozzászólások követték.

Dr. Opoczky Ludmilla

V. CIMTEC (Olaszország)

A Ceramurgia és a CNR (Faenza) rendezésében Lignano Sabbiadoroban 1982. június 14–19 között tartották az 5. CIMTEC és a 2. BIOSIMP konferenciát. A két rendezvényre bejelentett résztvevők száma közel 400. Az 5. CIMTEC-en 27 ország közel 300 résztvevő közül legnagyobb létszámmal — a rendező Olaszország mellett — az NSZK, Franciaország, Japán és az Egyesült Államok képviseltette magát. A konferencia programján az előadásokon kívül az első nap gyárlátogatás, csütörtökön Velence megtekintése szerepelt. A második nap este fogadást tartottak, az utolsó előtti nap a két konferencia összes résztvevője számára rendezett vacsorával értek véget a társadalmi események. Az előre kiadott tervezet szerint könnyed stílusú rendezéssel, jól szervezeten peregtek a konferen-

cia eseményei, módot adva az előadások közötti szakmai vitákra, tárgyalásokra.

A CIMTEC-en négy nap alatt mintegy 110 dolgozat ismertetésére került sor, ezek fele előadásként, fele poszteren került bemutatásra az alábbi fő csoportok szerint.

I. ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEK

A. Hagyományos kerámiák

- A1. Nyersanyagok, hulladékaanyagok, melléktermékek
- A2. Nyersanyagok és masszák jellemzése
- A3. A nyersanyagok tulajdonságainak hatása sajtolási viselkedésre
- A4. A termékek tulajdonságai a nyersanyagok jellemzőinek függvényében

B. Különleges kerámiák

- B1. Sajtolóporok készítése
- B2. A porok jellemzői
- B3. A porok jellemzése az előállítás függvényében

B4. Termékek mikroszerkezete és tulajdonságai a porok jellemzőinek függvényében

I. Konferencia bevezető előadásában KINGERY, W. D. /USA/ hangsúlyozta a kapilláris erők fontosságát a formálás, szárítás, égetés során. PASK, J. A. /USA/ a mullit képződéssel foglalkozva megállapította, hogy az inkongruens és kongruens képződés egyaránt lehetséges, az előbbi stabil az utóbbi metastabil fázis egyensúlyt jelent. A fázisegyensúlyt többek között a kiindulási nyersanyagok szemcsemérete is befolyásolja.

A következő 10 évben várható a kínai kerámiaipar modernizálása, amint azt LIU BINGCHENG-től az edénykerámiákkal kapcsolatban hallottuk. Az edénygyártás Kínában 7 fő körzetre koncentráldik, ahol kb. 1200 gyárban 350.000 dolgozó jelenleg hagyományos módon készíti az edényeket.

CLINE, C. F., GOURDIN, W. H. (USA) szerint megközelítően

elérhető az elméletileg lehetséges tömörség ha a sajtolás során 1–10 mikrosekundumos, 10–100 kbar nyomás impulzusokat alkalmaznak.

A.

Az A csoport előadásait a felhasznált fő nyersanyag alapján vonhatjuk össze.

Agyagos kvarchomok komplex hasznosításával kapcsolatban CI-ONTEA. N. (R) 15 000 tonna kapacitású homok üzemét mutattott be, melyben a Surduci agyagos homok feldolgozásával mintegy 10 terméket: üvegipari kvarchomokot, agyagot, cirkon és titán tartalmú ásványokat üzemszerűen állítanak elő. Tapasztalataikat a hazai homokokat szennyező ásványok kinyerése érdekében látogatás során célszerű lenne átvenni.

Karbonátos kőzeteknek a gyorségetési folyamatokban való fontosságát hangsúlyozta GONZÁLEZ PENA, J., SANDOVAL DEL RIO, F., ALVAREZ ESTRADA, D. (ES) Különböző vas és klór vegyületek hatását vizsgálták a természetes dolomitok 1400–1800 °C közötti zsugorítására KOVAL, E. J., LI. M. C., MESSING, G. L. BRADT. R. C. (USA) BERUTO, D., BELLERI, G., BARCO, L., LONGO, V. (I) a lítiumborát adalék jelenlétében történő kalcit bomlás mechanizmusával foglalkozott. A lítiumbromid olvadásfázis kialakításával segíti elő a bomlást. A különleges kerámiák között a kalciumkarbonát őrlése és kémiai tulajdonságainak a kalcium-cirkonát kerámiák készítésére gyakorolt hatását ismertette DE PRETIS, A., RICCIARDIELLO, F. (I)

Az agyagokkal foglalkozó előadások főleg a burkolólap gyártás körülményeit vették figyelembe. A vizsgálatok irányát a modern technológiák – egyszeri és gyorségetés – követelményei határozták meg. VERGA, P. L., VENTURI, V., GHISELLI, R. (I) kritériumnak tartják az agyag minősítésénél a gyorségetés során fellépő fekete foltok létét vagy hiányát. ABERTOLANI, M., LOSCHI GHITTONI, A. G. (I) előadásában ismertetett olasz – Ca di Vanni – agyagokban kaolinit, illit van jelen. A környezet szennyezésben szerepet játszó fluor tartalom 300 – 800 ppm között

változik. Ezekhez az előadásokhoz kapcsolódik CARNEVALI, F., POPI, M. (I) előadása: a 15–17 perces ciklusidő esetén fellépő fekete foltok kialakulását legnagyobb mértékben a cserép nyers állapotban mért porozitása befolyásolja. A kohósalak tartalmú falburkoló csempeikkel foglalkozó előadásban FIORI, C., BRUSA, A., (I) megállapítja, hogy a sajtolási nyomás és az égetési sebesség növelése növeli a fekete folt fellépésének veszélyét. Ezzel az előadással a hulladékok felhasználásával készült termékekhez jutottunk, LENKEI M., ROZSNYÓI Á., BÁNSÁGHI ZS. (SZIKKTI) előadása ehhez kapcsolódóan a kohósalak által okozott kedvezőtlen reológiai tulajdonságokkal és azok elkerülésével foglalkozott, falburkolólap masszák és mázak készítésénél. Hulladék amorf kvarcot használ fel a HANYKYR, V., HAVRDA, J., NOVACKOVÁ, A., (CS) kalcium-hidroxid mellett, wolasztonit előállítására. BROWN, T., BERETKA, J. (AU) vörösiszap tartalmú burkolólapokat ismertet különösen a nedvesség okozta tágulás szempontjából. Az iparilag is gyártott lapok nedvesség okozta tágulása, az égetési hőmérséklet függvényében maximum görbe szerint 0,02 – 0,1% között változik. ABDEL-FATTAH, W. I., SELIM, M. M., GHAZI, T. M., (EG) csont hulladék felhasználását ismertette. Tűzálló masszákban vas-króm salakot használt PAVLOSKI, B., COSIC, M., (YU)

Technológiai hulladékkal, 500 edb/év, 8000 t/év kapacitású üzemben, a szanitergyártásnál keletkező nyers masszahulladéknak a visszavezetésével foglalkozott SETTONCE, M., SICA, S., RIVABENE, A. M. (I)

A konferencián nagy szerepet kapott a bazalt felhasználása különböző kerámiái masszákban, az égetési sebesség és a mikroszerkezetre gyakorolt hatás szempontjából. Valamennyi előadást az egyiptomi NRC munkatársai SALLAM, E. H., KHALIL, A. A., NAGA, S. M., IBRAHIM, D. M. illetve az előbbieket és MOERTEL, H. (NSZK) tartotta. Véleményük szerint a viszonylag nagy kalciumtartalom ellenére az égetési intervallum nem csökken lényegesen a hagyományos olvasztókhöz képest. KOSTIC–GVOZDENOVIC, L.,

TECILAZIC–STEVANOVIC, M. JANACKOVIC, T., FILIPOVIC, L. (YU) szerint 5% Al_2O_3 adagolása elősegíti az agyagok mullit képződését.

A hagyományos kerámiái masszák előállításának, minőségének javításával kapcsolatos előadások között BIFFI, G., CREMA, A., VINCENZINI, P., (I) a nyersszilárdság szulfitlúggal való növelését ismertette. Azonos őrlőgéppel szárazon és nedvesen végzett őrléssel foglalkozik FERRARI, R., MAGRINI, F. (I). A malmok belésének szerepét, a gumibélés kapacitás-növelő és zajcsökkentő hatását emeli ki SÜDERSTRÖM, H. (S). Az elektroporcelánok szárításával foglalkozik és JANACKOVIC, T.,

TECILAZIC–STEVANOVIC, M., KOSTIC–GVOZDENOVIC, L., DIMITRIJEVIC, A. (YU). A hőkezelésre alkalmas modern, energiatakarékos berendezéseket ismeret BECKER, F. H. SLADEK, R., HARMS, W., (NSZK), mágneses kerámiákhoz, elektronikus alkatrészekhez, építési kerámiákhoz. Megvalósítható a 3 órás mázas égetési ciklus, redukáló atmoszférában. Tűzállóanyagok komputeres tervezésével foglalkozott FABRIS, G., VERSACE, G., (I).

Vizsgálati módszereket ismertet GIACHETTI, L., TOZZI, N. (I) az agyagok röntgendiffrakciós analízisével kapcsolatban. ALESSANDRINI, A., LAPASIN, R., LUCCINI, E., (I) az agyag kaolin szuszpenzió reológiájával, FIUMARA, A., MELONI, M. T., a mikro és makro porozitás, valamint a szecseméret meghatározásával foglalkozott. PANDOLFELLI, V. C. (Br) a porok tömöríthetőségét higanyos porozimetriával ellenőrzi. Plasztikus nyersanyagok száradási kinetikáját vizsgálta PAVLOVIC–TERZIC, L., (YU).

B.

A különleges kerámiák szerkeázó területe miatt az egyes oxid vagy nem oxid kerámiákkal foglalkozó előadásokat itt nem közzéljük, mert a konferencia előadásairól készült kiadvány megjelenése október hónapban várható. Az előadások rövid összefoglalóit a Ceramurgia 1982. május–júniusi száma tartalmazza.

Dr. Lenkei Mária

ÖNNEK IS KEVERÜNK BETONT

**az ország egyik legkorszerűbb
keverőgépevel**

**Betonútépítő Vállalat
Ferihegyi Főmérnökség
(a Steinmetz szobornál)**

Telefon: 570-711/24

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat. Budapest VII., Lenin krt. 9 – 11. 1073

Telefon: 221-285. Levélcím: Postafiók 223. 1906

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkészbesítő postahivataloknál, és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1: 1000) közvetlenül, vagy postautalványon valamint átutalással a KHI 25—96162 pénzforgalmi jelzőszámára. Előfizetési díj: negyedévre 57,— félévre 117,— Ft, egyes szám ára 19,— Ft.

Megjelenik havonként



82/1936. Franklin Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

**INDEX: 25250
HU ISSN 0013—970 X**

