

302.935

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

2

XXI. ÉVFOLYAM • BUDAPEST, 1969. FEBRUÁR

A mész- és cementipar,
az üvegipar-, a finom-
kerámia, a téglá-, cserép-
és kő-kavicsipar tudomá-
nyos szakirodalmi folyóirata

*

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

*

Felelős szerkesztő:

Dr. Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Dr. Knapp Oszkár

Dr. Kovács Róbert

Kudelka Dénesné

Lenkei György

Magyar István

Dr. Soltész Gáspár

Szabó Elek

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

*

Szerkesztőség:

Budapest V., Szabadság
tér 17

Telefon: 124-438

*

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat,

Budapest VII.

Lenin körút 9—11

Telefon: 221-285

*

Felelős kiadó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. — Elő-
fizethető a Posta Központi Hírlap
Irodánál (Budapest V., József
nádor tér 1. Telefon: 180-850)
és minden postahivatalnál. A folyó-
irat külföldre előfizethető: „Kul-
túra” P. O. B. 149. Budapest 62.
Előfizetési díj: ¼ évre 22,50 Ft;
fél évre 45,— Ft; egyes szám ára:
7,50 Ft. Csekkzámlaszám
egyéni 01.252; közületi 01.006 vagy
átutalás az MNB 8. sz. folyószám-
lájára

09.2., 8858 Réval Nyomda,
Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárný Jenő

Index: 25,250

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

<i>Vajta László—Rapp Tamás:</i> A tüzelő- és fűtőolajellátás helyzete és távlati fejlesztési tervei	41
<i>Csizi Béla:</i> Különböző tüzelőanyagokkal fűtött és különböző tüzelési rendszerű téglaiipari alagútkemencék összehasonlítása	44
<i>Leblanc P.:</i> A francia üveggyártás és a földgáz	54
<i>Pjotr Petrovics Budnikov</i>	59
<i>Vasadi Ferenc:</i> A mészégető akna- és forgókemencék energetikai összehasonlítása	60
Egyesületi Élet	71
<i>Abod László:</i> Szénhidrogéntüzelés finomkerámiai kemencékben	72
<i>Makoldi Mihály:</i> A tüzeléstechnika és energiagazdálkodás újabb eredményeinek alkalmazása a szilikátiparban	77

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Л. Вайта—Т. Рapp:</i> Состояние вопроса обеспеченности мазутным топливом и перспективы дальнейшего развития	41
<i>Б. Чизи:</i> Сравнение различных конструкций туннельных печей кирпичной промышленности, работающих на различном топливе ...	44
<i>П. Лебланк:</i> Производство стекла во Франции и вопрос применения природного газа	54
<i>Ф. Вaшaди:</i> Сравнение энергетических показателей шахтных и вращающихся известковообжигательных печей	60
<i>Л. Абод:</i> Применение углеводородного топлива в печах тонкокерамической промышленности	72
<i>М. Макольд:</i> Внедрение в силикатной промышленности результатов новейших исследований в области теплотехники и энергетики ..	77

INHALT

<i>Vajta, László—Rapp, Tamás:</i> Stand und perspektivisches Entwicklungsprogramm der Heiz- und Brennölversorgung	41
<i>Csizi, Béla:</i> Der Vergleich verschiedenartig und mit verschiedenartigen Brennstoffen geheizter Tunnelöfen in der Ziegelei	44
<i>Leblanc, P.:</i> Glaserzeugung und Erdgas in Frankreich	54
<i>Vasadi, Ferenc:</i> Energetischer Vergleich der Schacht- und Drehöfen im Kalkbrennen	60
<i>Abod, László:</i> Kohlenwasserstoffheizung in der feinkeramischen Industrie	72
<i>Makoldi, Mihály:</i> Einführung neuer Errungenschaften der Feuerungstechnik und der Energiewirtschaft in der Silikatindustrie ..	77

CONTENTS

<i>Vajta, László—Rapp, Tamás:</i> Fuel Oil: Present Situation and Perspectives	41
<i>Csizi, Béla:</i> Comparison of Tunnel Kilns in the Brick Industry	44
<i>Lablanc, P.:</i> The French Glass Industry and Natural Gas	54
<i>Vasadi, Ferenc:</i> The Comparison of Lime Burning Shaft and Rotary Kilns from a Power Engineering Aspect	60
<i>Abod, László:</i> The Use of Hydrocarbons as Fuels in Ceramic Kilns ...	72
<i>Makoldi, Mihály:</i> Introduction of New Power Engineering Results to the Silicate Industries	77

A tüzelő- és fűtőolajellátás helyzete és távlati fejlesztési tervei*

VAJTA LÁSZLÓ
Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt
RAPPTAMÁS
Nehézipari Minisztérium

A világ energiaszükségletének kielégítésében egyre nagyobb szerepet játszanak a szénhidrogének és ezen belül a folyékony tüzelőanyagok, a tüzelő- és fűtőolajok. Hazánk energiaellátásában — ha a világátlaghoz és különösen a fejlett iparral rendelkező országokhoz viszonyítva megkésve is — egyre nagyobb ütemben növekszik az olaj és a gáz szerepe. A szükségletek várható alakulásának megítélésénél az arányváltozás mellett még figyelembe kell venni az igények növekedését is.

Míg 1960. évben $140 \cdot 10^{12}$ kcal volt Magyarország összes energiafelhasználása, 1980-ra $300 \cdot 10^{12}$ kcal igénnyel számolunk. Az energiafelhasználás mennyisége tehát 20 év alatt több mint kétszerezése nő. A felhasználási szektorok közül a gőz- és villamosenergia termelés az össz-igénynek kb. 40%-át, a közvetlen ipari technológiai felhasználás kb. 22%-át, a közlekedés 10%-át, a mezőgazdaság 5%-át, a kommunális felhasználás pedig 23%-át teszi ki.

E nagymértékben növekvő energiaigényt hazai forrásokból nem tudjuk kielégíteni, a hazai szénhidrogén termelés fokozása ellenére sem.

Energiahordozó behozatalunk az 1960. évi 26%-ról 1980-ra előreláthatólag 45—47%-ra fog növekedni. A behozatal túlnyomó része kőolaj, és kisebb részben a későbbi években földgáz lesz.

Mint már említettük, a szénhidrogének részaránya az 1960 és 1980 közötti 20 év alatt jelentős mértékben növekszik. Míg 1960-ban az energiaszükségletnek csak 21%-át fedezték gázzal és olajjal, addig 1980-ban 60—62%-ot tervezünk. Ezt az arányváltozást a kívánt ipari fejlődés parancsolóan szükségessé teszi. A folyékony szénhidrogének relatív használati egyenértéke egyes ipari kemencéknél és központi vagy egyedi fűtésekénél 2—2 és $\frac{1}{2}$ -szerese a minőségi darabos barnaszén értékének. A különböző termékek minőségében jelentkező technológiai előnyökről most nem kívánunk beszélni, hiszen ma már senkit sem kell arról meggyőzni, hogy a szénhidrogének használata előnyösebb a szilárd tüzelőanyagoknál.

A továbbiakban éppen ezért azt kívánjuk változtatni, hogy a szénhidrogének és így a tüzelőolajo-

kat akár újonnan létesített berendezésben, akár átállítás esetén a legnagyobb gazdasági előnnyel felhasználó lakossági, kommunális és ipari felhasználók mennyiségben és minőségben milyen olajellátásra számíthatnak.

Ami a mennyiségi ellátást illeti, a fokozódó igények zavartalan kielégítésének az alapfeltétele a kőolajfeldolgozási kapacitás megfelelő rendelkezésre állása.

Az 1960. évi 2,7 millió tonna/év feldolgozási kapacitás 1980-ra 14 millió tonnára fog emelkedni. Ismeretes, hogy a Komáromi Kőolajipari Vállalat bővítése után néhány évvel ezelőtt megkezdjük a Dunai Kőolajipari Vállalat építését. A DKV 6 millió tonna/év kapacításra történő kiépítése után egy tiszai finomító építését tervezzük és ezzel együtt fogjuk elérni 1980-ra a már említett 14 millió tonnás évenkénti feldolgozási kapacitást. A feldolgozó üzemek műszaki színvonala megfelel a világszínvonal követelményeinek, és rendelkeznek azokkal a kiegészítő, a termékek jobb minőségét biztosító üzemekkel, amelyek lehetővé teszik — többek között — nagy oktánszámú benzin, kénmentes gázolaj, jó minőségű kenőanyagok stb. előállítását. Az újonnan épülő nagyüzemek csökkentik a feldolgozás fajlagos költségeit és így növelik a kőolajtermékek, közté a tüzelőolajfelhasználás népgazdasági hasznát is.

Az évenként feldolgozott kőolaj mennyisége egyre nagyobb ütemben növekszik. Míg 1960-ban csak 2 580 000 tonna olajat dolgoztunk fel, 1980-ban a feldolgozott hazai és import kőolaj mennyisége előreláthatólag el fogja érni a 13 millió tonnát. A kőolajfeldolgozás termékeinek hozzávetőlegesen 40%-a fűtőolaj, s így a rendelkezésre álló mennyiség az 1960. évi 1 millió tonnáról 1980-ra 6—7 millió tonnára fog növekedni.

Míg a fűtőolajok a kőolajfeldolgozás első lépcsőjének, az atmoszférikus desztillációnak a maradékai, addig a tüzelőolaj általában finomított termék, mely lényegében gázolajnak felel meg. Míg 1960-ban csak 30 000 tonna tüzelőolaj került forgalomba, 1980-ban 1 millió tonna tüzelőolaj forgalombahozatalát tervezzük, és a közbeeső években sem képzelhető el olyan fogyasztói igény, amelyet ne tudnánk kielégíteni. A tüzelőolajellátás nagyfokú javulásának egyik oka a kőolaj feldolgozás

* Az 1968. szept. 25—27-én tartott Szilikátipari Energiagazdálkodási Konferencián elhangzott előadás.

fokozott ütemű növekedése, másik oka a mezőgazdaság nyári, szezonális gázolajigényével szemben jelentkező téli gázolajfelesleg. A mezőgazdaság jelenleg hozzávetőlegesen félmillió tonna gázolajat használ fel évente, és ez a mennyiség 1980-ra meg fogja közelíteni az 1 millió tonnát. A mezőgazdasági fogyasztás nagyrésze a traktorok és egyéb mezőgazdasági gépek szükséglete, e gépek üzemóráinak száma pedig a tavasztól ősziig terjedő időszakban többszörösen nagyobb mint télen. Ennek következtében több száz ezer tonna téli gázolajfelesleg jelentkezik, melyet az egyéb termékekben mutatkozó igények miatt nem lehet, de nem is célszerű a kőolajfeldolgozás mennyiségének csökkentésével kiegyenlíteni. Kézenfekvő az a megoldás, hogy fokozzuk a tüzelőolajok fűtési célú felhasználását, mert ez nemcsak a kőolajfeldolgozóipar problémáját oldja meg, hanem — az érdekek igen jó egyezőségével — nagymértékben javítja a lakosság és a kommunális intézmények fűtésének színvonalát, kényelmét és gazdaságosságát.

A tüzelőolaj éppen a fenti okok miatt a fejlett ipari országokban már jó néhány évvel ezelőtt elfoglalta az ipar és a lakosság energiaellátásában az őt joggal megillető helyet.

Az Észak-amerikai Egyesült Államokban már a második világháborút megelőző években a tüzelőolaj vált a lakóházak uralkodó fűtőanyagává. Nyugat-Európában a második világháború után, az 1950-es években terjedt el az olajfűtés. A fokozódó termelés lehetővé tette az árak csökkenését, így a nagy olajkikötőkben a tüzelőolaj ára az 1960. évi 1,30 Ft/l-ről ma már 1,0 Ft/l-re csökkent. A tüzelőolaj hazai ára ehhez képest még igen magas, de remény van rá, hogy csökkenthető lesz.

Hozzávetőleges számítások szerint egy millió kcal hasznosított hő bekerülési ára egyedi kályhafűtés esetén, a jelenlegi árakkal számolva, szénfeleségekkkel átlagban 230 Ft, mekalorolajjal pedig közel 380 Ft, a lényegesen jobb hatásfok ellenére.

Ahhoz, hogy a folyékony szénhidrogének elfogadhatóságát helyükét a magyar energiaellátásban, a helyes árarányok kialakítása és a termelés megfelelő növelése mellett arra van szükség, hogy biztosítsuk a tüzelő- és fűtőolajok fokozatos minőségjavítását, elosztási szervezetét, gondoskodjunk megfelelő minőségű és elfogadható árú olajtüzelőberendezés gyártásáról, valamint az olajtüzeléssel kapcsolatos műszaki szolgáltatás fejlesztéséről.

A kőolajtermékek minőségét a feldolgozott kőolaj összetétele szabja meg. Ismeretes, hogy a kőolaj különböző típusú és forráspontú nagyszámú szénhidrogén elegye. A kőolajat alkotó szénhidrogéneket három nagy csoportba szokták osztani: paraffinszénhidrogénekre, nafténszénhidrogénekre, és aromás szénhidrogénekre. A kőolajfeldolgozás elsődlegesen forráspontjuk szerint választja el az egyes termékeket, és így a 70—180°C közötti forrásponttal rendelkező szénhidrogének elegyét nevezzük benzinnak, az ezután következő frakciót petróleumnak és a 200—350°C közötti frakciót gázolajnak. Az ennél magasabb forrásponttal rendelkező, nagy molekula súlyú szénhidrogének és heterociklikus vegyületek alkotják az atmoszférikus

desztilláció maradékát, a pakurát, amelyet túlnyomórészt fűtőolajként hozunk forgalomba; más részét pedig vákuumdesztillációval dolgozzuk fel különféle párlatokká, kenőolajjá és bitumenné. Mint említettük a háztartási tüzelőolaj lényegében gázolajból, az általános tüzelőolaj pedig emellett még több-kevesebb vákuumdesztillációs párlatból és lepárlási maradékokból áll.

Az egyes szénhidrogének, illetve szénhidrogén-csoportok sajátosságai határozzák meg a termék, esetünkben a tüzelőolaj és fűtőolaj minőségét, tulajdonságait. A paraffin szénhidrogéneknek például kisebb a sűrűsége, viszkozitása, felületi feszültsége, párolgáshője, mint a naftén vagy aromás szénhidrogéneknek, viszont az aromás szénhidrogének rendelkeznek kisebb fajhővel és égéshővel. Figyelembe kell még venni, hogy a sűrűség, a viszkozitás, a felületi feszültség értéke a forráspont emelkedésével növekszik és csak a fajhő és az égéshő értéke nem változik lényegesen a forrásponttal. A szénhidrogének párolgáshője pedig a forráspont emelkedésével csökken. A hazánkban forgalomban lévő tüzelő- és fűtőolajok paraffinos jellegűek. A felhasznált olaj kémiai összetétele meghatározza annak fizikai sajátosságait, s ezért a robbanómotorok üzemanyagainál a felhasznált benzin, illetve gázolaj összetétele igen nagy szerepet játszik. A tüzelésnél a porlasztást, a cseppképződést, az elpárolgás sebességét, a koromképződési hajlamot s ezen keresztül a láng világító voltát befolyásolja leginkább az olaj összetétele. A robbanómotorokkal szemben azonban a kémiai összetételnek a tüzelésnél alárendeltebb szerepe van. A forráspont határok játszanak csak lényeges szerepet, mert ezek határozzák meg lényegében a tüzeléstechnikai szempontból legfontosabb viszkozitás és lobbanáspont értéket. Ezenkívül az olaj kéntartalma és kokszmardéka (Conradson száma) fontos a tüzeléstechnikai felhasználás szempontjából. A tüzelő- és fűtőolajszabványokban ezeket az értékeket szokták megkötni. Mint említettük, a tüzelő- és fűtőolaj kémiai jellegének csak alárendelt szerepe van tüzeléstechnikai szempontból, mert a kialakult láng sajátosságait elsődlegesen a tüzelőanyag és a levegő keveredési körülményei határozzák meg.

Az olaj hőtermelés céljából történő elégetése bonyolult fizikai-kémiai folyamat, melyet többféleképpen hajthatunk végre. Néhány alapfeltételt azonban minden esetben biztosítanunk kell. Ezek vázlatosan a következők:

— Biztosítani kell az elégő folyékony tüzelőanyag folyamatos pótlását és elpárologtatását. Utóbbi azért szükséges, mert az olajnak csak a gőze ég és az égési reakciók folyékony tüzelőanyag esetében is homogén gázreakciók. Az elpárologtatással kapcsolatban figyelembe kell venni a nagyobb és bomlásra hajlamosabb szénhidrogén molekulák termikus bomlási folyamatait is.

— Az égéshez — mely kémiai szempontból entropianövekedéssel lejártszódo irreverzibilis anyagátalakulást — szükséges oxigén, illetve levegőt a lánghoz folyamatosan és kellő mennyiségben kell hozzájuttatni. A szükséges oxigén, illetve levegő mennyiségét az olaj elemi összetétele alapján kiszámíthatjuk.

— Az olajgőzök és a levegő, illetve oxigén intenzív keveredéséről kell gondoskodni, hogy az égési reakciók tökéletesen lejártsódhassanak.

— Az égéstermékét folyamatosan el kell vezetni.

Ezeket a feltételeket minden olajégőnek teljesítenie kell, akár elpárolgató, akár porlasztós, vagy elgázosító rendszerű. Az égő segítségével előállított olajláng attól függően, hogy az égés eredő sebességét a reakciókinetikai állandó, vagy a keveredés sebességére jellemző diffúziós tényező értéke határozza meg, lehet kinetikus vagy diffúziós jellegű. Az áramlási viszonyok szempontjából lamináris és turbulens lángokról beszélünk. A szokásos olajégők lángja általában turbulens-diffúz lángnak tekinthető. Ilyen típusú lángoknál a tüzelőanyag kémiai jellegének befolyása — különösen azonos forrásponthatárok mellett — elhanyagolható a keveredési körülményeket meghatározó áramlási viszonyok jelentősége mellett. Az olajégő fejlesztésével és gyártásával foglalkozó mérnököknek véleményünk szerint erre a körülményre fokozottabb figyelmet kellene fordítaniok.

Az olajok forrásponthatárai s a részben ebből adódó viszkozitás és más fizikai sajátságok, valamint az olajokban található különböző szennyeződések a fenti megállapítás mellett is igen jelentős szerepet játszanak a folyékony tüzelőanyagok gazdaságos felhasználásában.

Ha megvizsgáljuk a hazai tüzelőolajok választékát és minőségi előírásait, és összevetjük hasonló külföldi termékek szabványaival, azt találjuk, hogy a háztartási tüzelőolaj (mekalorolaj) lényegében megfelel a külföldön elfogadott előírásoknak. A fejlesztés során a kéntartalom csökkentésére és a desztillációs határok előírására kell törekednünk. A jelenleg érvényben levő MINSZ 18 M-61 számú szakmai szabvány ezenkívül még három minőséget ismer: könnyű tüzelőolajat, kénmentes tüzelőolajat és általános tüzelőolajat. Ezek a termékek több-kevesebb maradékot is tartalmaznak és csak nagy tételben vásárolhatók. A minőségi fejlesztés és választékjavítás során arra törekszünk, hogy a közeljövőben csökkentjük a tüzelőolajok választékát és javítsuk azok minőségét, úgy hogy mindenben megfeleljenek a külföldön szokásos előírásoknak és a felhasználók érdekeinek. Úgy gondoljuk, hogy a háztartási tüzelőolaj csak desztillációs termékeket tartalmazni lehet. A választék tekintetében az az elgondolásunk, hogy a háztartási tüzelőolaj mellett (melyet csak színe fog megkülönböztetni a motorikus gázolajtól) még egy fajta, nagyobb viszkozitású és magasabb forrásponthatárú tüzelőolaj-féleséget tartunk forgalomban, az általános tüzelőolajat.

A háztartási tüzelőolaj nagyobb arányú felhasználása csak a közelmúlt években indult meg. Korábban főleg ipari üzemek technológiai vagy begyújtási célra használtak fel nehezebb tüzelőolaj-féleségeket. Reméljük, hogy a tüzelőolaj árrendezés meg fogja gyorsítani a fűtési célú felhasználás növekedését, mind az iparban és az egyedi háztartásokban, mind a közületek vagy lakóházak központi fűtési berendezéseinél.

A fűtőolajok tekintetében is tervezzük a választék szűkítését, amennyiben a nehéz kénese fűtőolaj forgalma megszűnik, és a vevők rendelkezésére kénmentes könnyű és kénese könnyű fűtőolaj fog állni. Nehéz vákuum-maradékot, ún. gudront csak a termelő üzemmel közvetlen összeköttetésben levő egyes célfogyasztók, pl. a Dunamenti Hőerőmű, kapnak. A kénmentes könnyű fűtőolajat a különféle alföldi telepeken termelt kőolajból állítjuk elő. A könnyű kénese fűtőolaj pedig lényegében a Szovjetunióból importált kőolaj atmoszférikus maradéka.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy elegendő és az igényeknek megfelelő minőségű tüzelő- és fűtőolaj áll távlatilag is a fogyasztók rendelkezésére, és a közeli években különösen a háztartási tüzelőolaj-felhasználás jelentős növekedése kívánatos. A gazdaságos és magas műszaki színvonalú tüzelő- és fűtőolaj felhasználás előfeltétele, korszerű égők és fogyasztóberendezések gazdaságos árszínvonalon történő forgalombahozatala, és a műszaki tanácsadó, szolgáltató, szerelő- és szerviztevékenység gyors fejlesztése.

Vajta László—Rapp Tamás: A tüzelő- és fűtőolajellátás helyzete és távlati fejlesztési tervei.

A világ energiaszükségletének kielégítésében egyre nagyobb szerepet játszik az olaj és a földgáz. Az ország növekvő energiaigényét hazai forrásokból nem lehet fedezni. Az 1960. évi 26%-os energiaimport 1980-ra elérhetőleg 45—47%-ra is növekedni, főként olaj és földgáz behozatalával. Így a tüzelő- és fűtőolajban jelentkező kommunális és indokolt ipari szükségletet ki lehet elégíteni. Áttekintés az olajtüzelés gazdaságos alkalmazásának műszaki és gazdasági feltételeiről.

Л. Ваўта—Т. Рэпп: Состояние вопроса обеспечения мазутным топливом и перспективы дальнейшего развития

В области проблемы обеспечения энергией во всем мире всё большее значение начинают приобретать мазут и природный газ. Растущую потребность страны в энергии за счёт отечественных месторождений удовлетворить невозможно. Импорт энергии, составивший в 1960 году 26%, увеличится к 1980 году до 45—47%, главным образом, за счёт импорта мазута и природного газа. Таким образом удастся обеспечить коммунальные и обособленные промышленные потребности в мазутном топливе. Статья даёт обзор технико-экономических предпосылок применения мазутного топлива.

Vajta, László—Rapp, Tamás: Stand und perspektivisches Entwicklungsprogramm der Heiz- und Brennstoffversorgung

In der Befriedigung des Energiebedarfs der Welt spielen Öl und Erdgas eine fort und fort wichtiger werdende Rolle. Der zunehmende Energiebedarf Ungarns kann aus heimischen Quellen nicht befriedigt werden. Im Jahre 1960 betrug der Energie-Importanteil 26%, der bis 1980 voraussichtlich den Wert von 45—47% erreichen wird, vorwiegend durch Einfuhr von Öl und Erdgas. Auf diese Weise kann der begründete Bedarf der Kommune und der Industrie gedeckt werden. — Es folgt eine Übersicht der technischen und wirtschaftlichen Bedingungen zweckmäßiger Ölheizung. (S. G.)

Vajta, László—Rapp, Tamás: Fuel Oil: Present Situation and Perspectives

The increased demand on oil fuel in Hungary cannot be met from internal resources: this means an increase of the imported ratio of fuel from 20% (1960) to 45—47% (1980). This level of energy import will enable to meet industrial and household demands on fuel oil.

Economic and technical conditions of oil fuelling are discussed in detail.

Különböző tüzelőanyagokkal fűtött és különböző tüzelési rendszerű téglaiipari alagútkemencék összehasonlítása

CSIZI BÉLA
Tégla- és Cserépipari Egyesülés

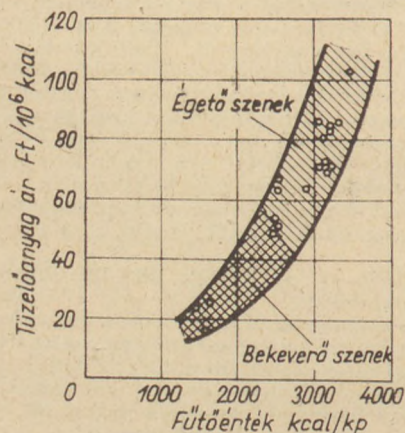
1. Bevezetés

Az a világszerte végbemenő folyamat, amely a szilárd energiahordozók évszázados uralmát megtörte, és amelynek során az ipar energiabázisának súlypontja igen sok országban a szénbázisról a folyékony, vagy gáznemű szénhidrogén bázisra tolódott át, a téglaiiparban is érezteti hatását. Az utóbbi évtizedben sok helyen szinte teljesen kiszorult a szén a téglai- és cserépgyárakból és helyét az olaj és a gáz vette át. Bár ez a változás az egész gyártástechnológiában, és ezen belül a szárítás területén is jelentős változást hozott, kétségtelen, hogy elsősorban a kemencék üzemét érintette legerősebben.

Hazánk energiaellátásában beállt kedvező változás lehetővé teszi, hogy az egyes téglai- és cserépgyárak, és ezen belül a kemencék üzemét a helyi adottságoktól függően a leggazdaságosabb tüzelőanyagra állítsuk át. Az alábbiakban a téglaiiparban alkalmazott legkorszerűbb kemencetípus, az alagútkemence üzemeltetésének szemszögéből kívánom a különböző tüzelőanyagok alkalmazási lehetőségeit összehasonlítani.

2. Az alkalmazott tüzelőanyagok jellemzése

A hazai téglaiiparban felhasznált tüzelőanyagok túlnyomó része jelenleg kis fűtőértékű barnaszén és lignit. A nagyobb fűtőértékű energiahordozók ára jelenleg magas, így alkalmazásuk az utóbbi időkig nem terjedt el. Mint az 1. ábra görbéjén látható, a fűtőérték csökkenésével az azonos kalóriamennyiség előállításához szükséges tüzelőanyagok ára csökkenő tendenciát mutat. Éspedig ez a csökkenés igen rohamos. Főleg ez az oka annak, hogy az ipar az utóbbi években egyre nagyobb mértékben tért át a szénbányászat meddőjeként felszínre hozott igen kis, 1000—1500 kcal/kg fűtőértékű anyagok, valamint ipari hulladékanyagok, mint pl. mozdonypernye, lignitpor, porszénhamu, salak stb. felhasználására. Néhány ilyen jellegzetes tüzelőanyag vizsgálati adatait tartalmazza az 1. táblázat.



1. ábra. A tüzelőanyagok ára a fűtőérték függvényében

1. táblázat

A hazai téglaiipar által használt kisértékű tüzelőanyagok

A szénfélések megnevezése	Nedves-ségtartalom, %	Hamu-tartalom, %	Fűtőérték, kcal/kg
Dunaújvárosi iszap	14—34	31—70	1000—1600
Komló meddő	1,6	70,8	1500
Petőfibányai lignit	43,6	34,9	800
Gyöngyösi lignit	7,3	42,8	2000
Hidasai lignit	35,1	24,5	1900
Dudari szénmeddő	7,4	64,2	1700
Pécsi meddő	6,4	68,5	1200
Mozdonypernye	1—6	35—66	1800—3500

Ezeket a silány minőségű tüzelőanyagokat téglaiipari kör- és alagútkemencékben csak úgy lehet gazdaságosan eltüzelni, ha azokat a nyersgyártás során a téglamasszába belekeverjük. Jelenleg a hazai téglai- és cserépipar az égetéshez szükséges tüzelőanyagok jelentős részét mintegy 30%-át ilyen módon, a masszába bekevert hulladékanyagokkal fedezi. Vannak olyan új alagútkemencéink, amelyeknél a téglai égetésre és szárításra szánt teljes hőenergiát ilyen módon nyerjük.

Korszerű téglaiiparral rendelkező országokban az olaj- és földgáztüzelés igen elterjedt, és kifejlesztették a speciális téglaiipari olaj- és gáztüzelő berendezések egyre magasabb műszaki követelményeket kielégítő változatait.

A téglai- és cserépiparban alkalmazott olaj- és földgáztüzelés tárgyalásánál mindenek előtt vizsgáljuk meg az olaj- és földgáz felhasználás előnyeit és hátrányait a szénhez szemben.

Az előnyöket sorba véve megállapíthatjuk, hogy

1. az olaj- és földgáz egyenletes összetételű és fűtőértékű tüzelőanyag, tehát állandó hőmérsékletet és atmoszférát lehet velük biztosítani,
 2. élegetéskor nincs szilárd maradék, nem kell tehát gondoskodni a hamu, ill. salak eltávolításáról,
 3. az égés kis légfelesleg tényezővel, tehát gazdaságosan megy végbe. A keletkezett füstgáz mennyisége kicsi,
 4. az égőszerkezetek könnyen szabályozhatók,
 5. az égőszerkezetek kezelése egyszerű és megfelelő biztonsági berendezésekkel üzembiztos,
 6. az üzemben belüli szállítási problémák elmaradnak,
 7. könnyen automatizálhatók,
 8. alkalmazásukkal egyenletes és kiváló minőségű áru érhető el, csökken a selejt.
- A fentiek felül a földgáz tüzelés a következő további előnyökkel jár az olajjal szemben is:
9. elmarad az üzemben belüli tárolás és az ezzel járó beruházási költség,
 10. minimális karbantartást igényel, az égőknél nincs dugulás,
 11. a nyomás alatt álló gáz mozgatására nincs szükség semmiféle berendezésre, szivattyúkra stb..

12. a viszkozitás a hőmérséklettel érezhetően nem változik, tehát nincs szükség a hőmérséklet pontos tartására.

Hátrányait vizsgálva az alábbi megállapításokra jutunk:

1. a tüzelőanyag ára igen magas,
2. gazdaságos eltüzelésükhöz különleges, többnyire automatikus működésű, költséges berendezések szükségesek,
3. alkalmazásukhoz magasabb szakképzettségű kezelő, ill. karbantartó személyzet szükséges,
4. a földgáz alkalmazásának előfeltétele a megfelelő földgázvezeték kiépítése.

Összehasonlítva a felsorolt előnyöket a hátrányokkal megállapítható, hogy az olaj- és földgáz-tüzelés ma már a hazai téglá- és cserépiparban nem tekinthető irreálisnak, és a jövőben minden esetben célszerű megvizsgálni azt, hogy egy-egy új beruházásnál a rendelkezésre álló energiahordozók közül melyiknek alkalmazása a leggazdaságosabb. Mint ismeretes a jelenleg folyamatban, ill. előkészítés alatt levő beruházásainknál már a korszerű energiahordozók felhasználását esetenként figyelembe vettük. Így Hajdúszoboszlón, Szegeden és előre láthatólag Szentesen földgázt kívánunk alkalmazni, míg a tatabi cserépgyár tervezésénél az olaj alkalmazása mellett döntöttünk.

Annak eldöntésénél, hogy egy-egy esetben milyen energiahordozó alkalmazása a legindokoltabb, az alábbi szempontok mérlegelése szükséges:

1. A beruházási költségek alakulása

A széntárolás és mozgatás, olajtárolás, lefejtés berendezéseinek, a gázvezeték kiépítésének költségei. A tüzelőberendezések ára. A hőkezelő berendezések árkülönbsége a különféle tüzelőanyagok esetén (pl. kazán, vagy léghevítő).

2. A létszám szükséglet alakulása

Az üzemeltetéshez szükséges létszám valamint annak szakmai színvonala, megoszlása. Itt nagy szerepe van az égetőberendezés automatizáltsági fokának.

3. A tüzelőanyagok ára

Az egyes tekintetbe jöhető tüzelőanyagok ára a távolsági fuvar költségekkel együtt. Itt természetesen figyelemmel kell lenni a különböző tüzelőanyagoknál várható más-más hatásfokra is.

4. Az egyes tüzelőanyagok alkalmazásának műszaki előnyei

Itt figyelembe kell venni a hőkezelő berendezés esetleges jobb kihasználását, a selejt és a minőség alakulását, amelyek az eredmény oldalon igen jelentősen befolyásolják a gazdaságosságot.

5. Egyéb körülmények

Végül számolni kell olyan egyéb körülményekkel is, amelyek gazdaságilag nehezen értékelhetők, de az üzemelés szempontjából sokszor döntő jelentőségűek. Ilyen pl. a munkaerő-helyzet, a távlati energiaellátás kérdései, a munkaegészségügyi szempontok, az energiahordozók áralakulásának tendenciája stb.

A fentiek szerint már most megállapítható, hogy általában gazdaságos az olaj és földgáz használata az olyan áruféleségeknél, ahol a minőségi követel-

mények igen magasak és az áru egyenletes, jó minősége a gazdaságos termelés előfeltétele. Ilyen pl. a cserép, burkoló anyag, esetleg a vékonyfalú nagy üregtérfogató vázkerámia gyártása. Annak eldöntése, hogy olaj, vagy inkább földgáz alkalmazása indokoltabb-e, elsősorban a helyi viszonyoktól függ. Így olyan helyeken ahol a gyár közvetlen közelében földgáz vezeték van, tehát a becsatlakozás költsége nem nagy, a földgáz alkalmazása indokoltabb. Előfordulhat azonban olyan eset is, hogy a nagy szállítási távolságok miatt még kevésbé kényes árunknál is gazdaságosnak mutatkozik a gáz vagy olaj alkalmazása.

3. A téglaiipari alagútkemencék

A téglá- és cserépiparban alkalmazott alagútkemencék szinte kivétel nélkül közvetlen tüzelésűek, azaz az áru közvetlen érintkezik a füstgázokkal. Az alkalmazott tüzelőanyagokban és a tüzelés módjában azonban jelentős változatosság tapasztalható.

Az alkalmazott tüzelőanyagok szerint megkülönböztetünk:

- a) szilárd,
- b) folyékony,
- c) gáznemű tüzelőanyagokkal üzemelő kemencéket.

A tüzelőberendezések elrendezése szempontjából két alapvető típust ismerünk:

- a) a felső és
- b) az oldalsó tüzelést.

A fenti megoldási lehetőségeken belül is igen sokféle műszaki megoldás tapasztalható. A következőkben az egyes jellegzetes megoldásokat ismertetem.

3.1 Szilárd tüzelőanyaggal működő alagútkemencék

E kemencék tüzelési módja többnyire azonos a rég bevált körkemencékével. Eltekintve néhány kivételes esettől, kizárólag felső tüzelést alkalmaznak, és pedig az esetek túlnyomó többségében a daraszeten a boltozaton kialakított nyílásokon keresztül kézzel, vagy megfelelő gépi berendezéssel szórják az égetőtérbe. Utóbbi esetben az automatizálás lehetőségei is megvannak.

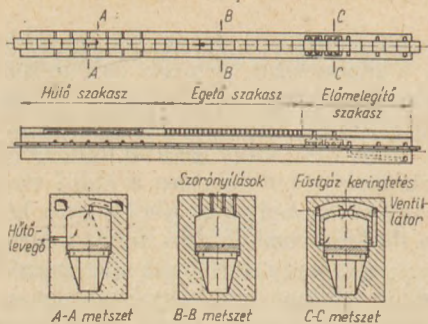
Ezeket a kemencéket széles körben alkalmazzák ma is, és jelenleg a hazai téglaiiparban folyó rekonstrukcióknál is lényegében ilyen kemencéket építenek. A 2. ábra egyik ilyen kemence metszeteit ábrázolja.

A szén-szórótüzelés a kemence konstrukciója és a rakomány kialakítása szempontjából különleges igényeket támaszt.

- a) A széntüzelésnél szükséges nagyobb légfölsólegtényező következtében ($\lambda=4-5$) a leszívó nyílásokat, levegő és füstcsatornákat, ventillátorokat nagyobbra kell méretezni.

- b) A rakományt ritkábban kell rakni a nagy áramlási ellenállás elkerülésére. A rakomány alsó részén magas lábakat kell kiképezni a salak befogadására. Ellenkező esetben az alsó sorok gyengén égettek, füstösek lesznek, a salak éghető tartalma pedig megnövekszik.

- c) A rakományban rostélyszerű tüzelősorokat kell kialakítani. Ez, valamint a ritka rakás és a sa-



2. ábra. Szórótüzelésű téglaiipari alagútkemence vázlata

lakszenyveződés nehézkessé — egyes esetekben lehetetlenné — teszi a gépi, targoncás, vagy darus lerakási módszerek alkalmazását.

d) A kemencében a hőmérséklet eloszlásának egyenletességét csak kis mértékben lehet biztosítani, mivel a tűz nem irányítható, csak a rakási mód megválasztásával és a huzat szabályozásával lehet bizonyos egyenletességet elérni. Ez azonban nem közelíti meg a gáz vagy olajtüzelésnél elért eredményeket.

e) A széndara aránylag hosszú égési ideje következtében nehezen szabályozható a hőmérséklet, mivel nagy a rendszer tehetetlensége. Ez igen megnehezíti az automatizálást.

A széntüzelés egyik újszerű megoldása a lebegtetéses égetés. Ebben az esetben külön előkészítik a szenet, mert a kemencébe csak 2—3% nedvességtartalmú finomra őrlött szén kerülhet be. A 0—3 mm-es frakció 90% fölött van. A szenet szórókészülékkel juttatják a kemencébe, és az a rakatok között hagyott 10—30 cm-es széles üres térben lebegés közben ég el. Csak kis rész hullik le elézés előtt a kocsi padlójára, vagy a rakományra. A kisebb szemcseméret gyors égést és ezzel kedvezőbb automatizálási lehetőségeket biztosít.

Ezzel a módszerrel 20—30 m/24ó — egyes esetekben 60 m/24ó — tűzsebességet értek el. A Walter cég által épített kemence főbb adatai a következők:

A kemence 68,6 m hosszú, az égetőcsatorna szélessége 3,2 m, magassága 1,75 m. A rakási sűrűség 240—250 db kmt/m³ kemencetér. A teljesítmény 28 800 db/24ó, ami 330 munkanappal számolva 8,6 millió db évi teljesítménynek felel meg. Az égetési idő áruajtától függően 63—79 óra, a fajlagos hőszükséglet 216 kcal/kg égetett áru.

A felhasznált szén fűtőértéke 7800 kcal/kg, hamutartalma 4—5%, illótartalma 30% [1].

Az eljárásnak több hátránya van.

a) A képződő hamu mennyiségére való tekintettel csak igen kis hamutartalmú, tehát drága szenet lehet alkalmazni.

b) A szén előkészítése, őrlése, szárítása bonyolult, és nagyon befolyásolja az eredményt.

c) A teljesítménye kicsi.

Angliában a porszéntüzelésre jól gépesített, őrlő, pneumatikus szállító és adagoló berendezést fejlesztettek ki a téglaiipari kemencékhez [2].

A szén-szórótüzelés kis teljesítménye, az egyenletes hőmérséklet nehéz beállítása — különösen nagyobb tűzsebességeknél — és főleg a gyenge minőségű szénfésüléségek, meddők felhasználása Magyar-

országon a széntüzelésnek egy új módját fejlesztette ki, melyet alagútkemencéknél is alkalmaznak.

A módszer lényege az, hogy az égetéshez szükséges tüzelőanyag egészét, vagy túlnyomó részét már nyersgyártáskor a masszába keverik. A formázás és szárítás után az egyenletesen elosztott tüzelőszer a kemencében kiég a téglából [3., 4., 5].

A kiégési sebesség, illetve a tökéletes kiégéshez szükséges legkedvezőbb felfűtési sebesség és idő függ az agyagmassza kerámiai égetési tulajdonságaitól, a szén őrlési finomságától és mennyiségétől. A 3. ábra különböző típusú agyagok tökéletes kiégéséhez szükséges optimális égetési görbéket ábrázolja [6].

A szénnek a téglalapanyagába keverése több előnnyel jár:

— növekszik a tűzsebesség, csökken a fajlagos energiaszükséglet,

— igen gyenge minőségű meddők és hulladékanyagok is elégethetők,

— a szén a rakományban egyenletesen oszlik el, így annak minden részében lejátszódik az égési folyamat,

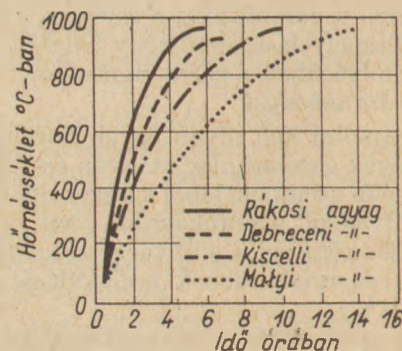
— száradásra érzékeny agyagoknál a jól megválasztott szén kedvezően befolyásolja a száradási tulajdonságokat, sovány agyagoknál pedig képlékeny meddők bekeverése javítja a nyers- és szárazszilárdságot.

A fent felsorolt előnyei mellett azonban jelentékeny hátrányai is vannak a módszernek, amelyek szükségessé teszik, hogy alkalmazása minden esetben igen nagy körültekintéssel és a körülmények alapos mérlegelésével történjék:

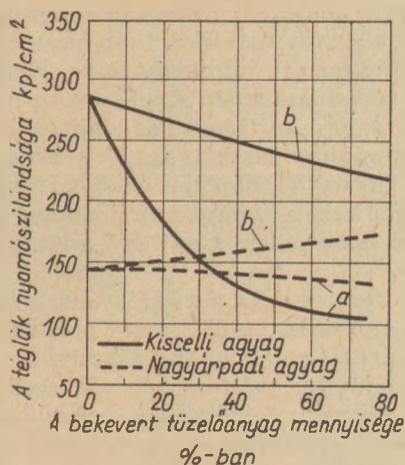
— az egyes agyagok szilárdsága a bekevert tüzelőanyag hatására — azok mennyiségétől és minőségétől függően — jelentékenyen csökken. A 4. ábra néhány agyag laboratóriumi és üzemi szilárdsági adatait ismerteti, kétfajta tüzelőanyag változó mennyiségű bekeverése esetén [7].

Mint az ábrán látható, a pécsi meddő bekeverése még nagyobb mennyiségben sem okoz lényeges szilárdság csökkenést a legtöbb agyagnál. A petőfibányai meddő bekeverése viszont valamennyi agyagnál több-kevesebb szilárdság csökkenést eredményez.

— A jelentékeny illóanyag-vesztés miatt nem gazdaságos a nagy illótartalmú tüzelőanyagok alkalmazása. A magas gyulladási hőmérsékletű koks-porok viszont tűzvezetési nehézségek miatt kedvezőtlenek.



3. ábra. Különböző agyagból készült próbatestek legkedvezőbb felfűtési sebességgörbéje a masszába kevert szén esetében (6)



4. ábra. A bekevert tüzelőanyag befolyása a téglá nyomószilárdságára

— a képlékeny, kis pórustérfogatú, alacsony hőmérsékleten tömörre égő, nagy vasoxidtartalmú agyakok tüzelőanyag adagolás esetén égetéskor duzzadnak, ami a gyártmány selejteződését eredményezi. Az égés a pórusokban játszódik le, diffúziós folyamatként, a tökéletes kiégéshez rendszerint igen lassú felfűtésre és nagy légfólslegre ($\lambda=5-8$) van szükség, nagy a füstgázveszteség. Kellő égetési idő híján az áru belsejében fekete redukciós mag képződik, ami szintén a minőséget rontja.

— az alagútkemencéknél a tűz nehezen szabályozható. A füstgázok nagyrészt nagy hőmérsékleten kell leszívni és ez az amúgy is nagy füstgáz mennyiség következtében még növeli a veszteségeket.

A fenti, aránylag nagy füstgázveszteség csökkentésére fejlődtek ki azok a hazai és külföldi kemencetípusok, amelyeknél a füstgázok hőtartalmát felhasználják szárítás céljára.

Tekintettel a kéntartalmú tüzelőanyagok — az agyakok szerkezeti és kapilláris víztartalma következtében egyébként is sok vizet tartalmazó — füstgázainak alacsony harmatpontjára, a szárításra való hasznosítás lehetőségei meglehetősen korlátozottak.

A módszert egy hazai kemence vázlatos rajzán lehet tanulmányozni (5. ábra). A kemence előmelegítő szakasza előtt egy azzal összeépített szárítószakasz helyezkedik el, amelyen az alacsony nedvességgel sajtolt téglákat kemencekocsira rakva keresztül húzzák. A nedvességgel telített füstgázokat ventilátorral távolítják el a kemence végén.

Az olcsó tüzelőanyag, valamint a viszonylag egyszerű technológia láttán joggal vethető fel a kérdés, hogy vajon miért nem terjedt el ez a módszer job-

ban hazánkban és külföldön. A módszert vizsgálva a következőket lehet megállapítani, összehasonlítva a szórótüzeléses módszerrel.

A tüzelőanyag a szórótüzeléssel szemben gyakorlatilag tökéletesen elég. Hamu, salak nem marad, illetve a téglában marad és annak szerves részét képezi.

Egyenletesebb égetést tesz lehetővé, mivel a szén az áruban egyenletesen eloszlik és nincs kitéve a szórótüzelésnél ismert kellemetlen jelenségeknek, mint a fennakadás, vagy éppen a kemencefenékre szóródás, mely esetben az égés rendszerint igen tökéletlenül megy végbe, nagy éghetőtartalma van a salaknak.

Ezek mellett az előnyök mellett azonban jelentős hátrányai is vannak a módszernek.

Az a tény, hogy az egyszer a masszába bekevert tüzelőanyag a változtatás utólagos lehetőségét kizárja, igényli a technológia minden eddiginél nagyobb fokú egyenletességét. Ha a rendszer egyensúlya valamilyen okból — pl. nedvesebb agyag, megváltozott szénminőség, üzembizavar stb. következtében — megbomlik, úgy igen nehezen lehet ismét helyreállítani azt. Nincsen meg a beavatkozás lehetősége, és ez bizonyos tekintetben nehezen kézbe tarthatóvá teszi az egész technológiai folyamatot. Természetesen ez végső soron kedvezőtlenül hat ki a termelés egyenletességére és főleg az áru minőségére.

3.2 Olajtüzelésű téglaiipari alagútkemencék

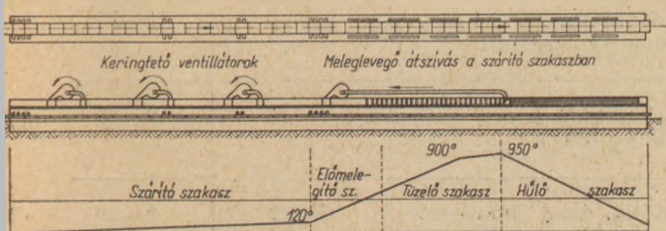
Oldal, vagy felső tüzeléssel épülnek. Az oldaltüzelésnél a kemencetechnikában általában használt égőket alkalmazzák. A jó hőmérsékleteloszlás érdekében 1—2 sorban nagyobb számú, egyenként kis teljesítményű égőt építenek be. Az égők a rakatok között kialakított 25—30 cm széles résbe tüzelnek be.

A nehézségek abban jelentkeznek, hogy a nagy hőmérsékletű olajláng könnyen okoz túlégést a rakományon azokon a részein, ahol az a lánggal közvetlenül érintkezik. További problémát okoz a kis teljesítményű égők alkalmazása, mivel azok a szokásos fűtőolajoknál gyakran eltömődnek, széles kemencéknél pedig nehezen képesek egyenletes hőmérsékletet biztosítani.

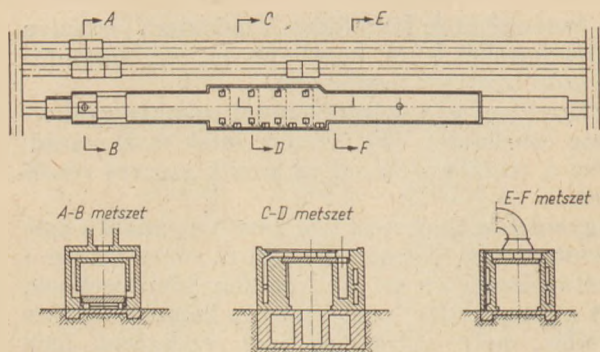
A fenti problémákat próbálja kiküszöbölni az az osztrák UNITHERM cég által kifejlesztett tüzelőrendszer [8]. Ennél az égés a kemence oldalfalában kiképzett — oldalanként 4—4 db — tüzelőkamrában folyik le. Az égetőcsatornában csak a kellően lehűtött, ill. szekundér levegővel megfelelő hőmérsékletre beállított füstgázok kerülnek be, a célszerűen kialakított nyílásokon keresztül. Ezek a nyílások rézsútos kiképzésűek, így elkerülik azt, hogy a tüzelőkamrában levő magas hőmérsékletű láng sugárzása érje az árut.

Az olajégők ennél a rendszerrel a kemence tetején két oldalt vannak elhelyezve, lángjuk függőlegesen lefelé irányul. Szabályozási terjedelmük 1 : 10, így az égetési teljesítménytől nagymértékben függetlenül egyenletes égetést biztosítanak megfelelő automatikával (6., 7. ábrák).

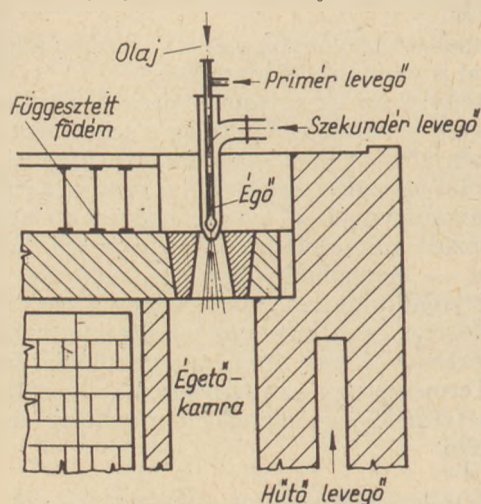
A rendszer előnye az, hogy viszonylag nagy teljesítményű és üzembiztos égőket alkalmaz. Hátrány



5. ábra. Szárító szakasszal egybeépített alagútkemence vázlata



6. ábra. Rieger-féle Unitherm alagútkemence vázlata



7. ábra. A Rieger-féle alagútkemence tüzelőberendezésének elhelyezése

a tűzzóna nagyobb építési szélessége, valamint a valószínűleg nagyobb égetési hőenergia felhasználás.

A téglaegető kemencéknél régóta kialakult felsőtüzelésű gyakorlatot követik a több olasz és német cég által kifejlesztett impulzus égők. Ezek nagy nyomáson, sűrű löketekben lövelik be az olajat az égetőtérbe. Mind a kör-, mind az alagútkemencéknél elterjedten alkalmazzák őket. A 8. ábra az elvi megoldást tünteti fel, az égők elhelyezésével, a 9. ábrán pedig a kemence olajtüzelés sémája látható. A 2. táblázat néhány ismertebb égő adatait tartalmazza.

Ezekkel a típusokkal a porlasztás mértéke, tehát a láng alakja, hossza tetszés szerint beállítható. Az impulzus-szám valamint az egy lökettel beporlasztott olaj-mennyiség változtatásával ezeknek az igen kis teljesítményű égőknek a szabályozási tartományát nagymértékben ki lehetett szélesíteni az üzembiztonság megtartása mellett.

Az impulzus szám és a nyomás növelése javítja a szabályozhatóságot egyenletesebbé teszi a tüzet, és csökkenti a lángban a koromképződést, miáltal a láng sugárzása kisebb lesz, csökken a lokális túlhevülés veszélye [9].

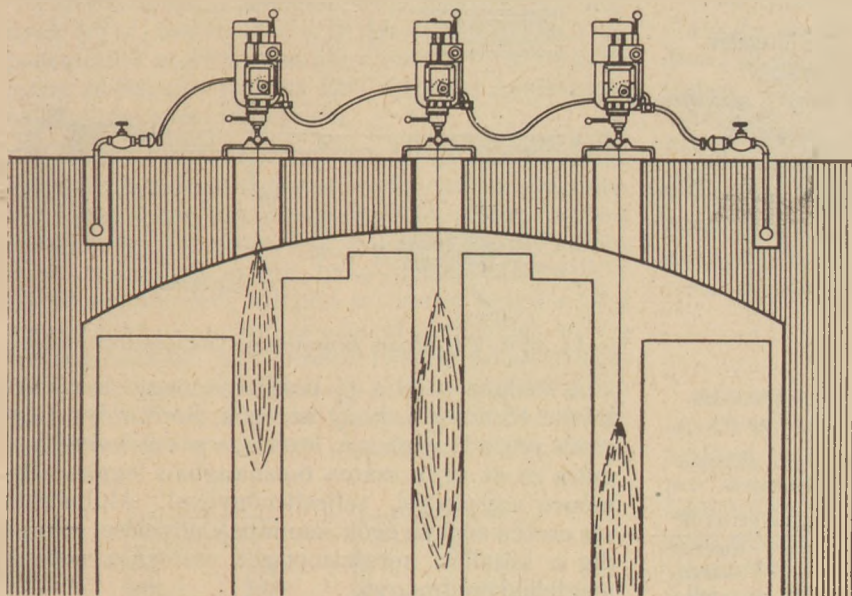
Újabb irányzat felsőtüzelésnél az olaj elgázosító égők alkalmazása. Itt forró levegővel gázosítják a folyamatosan vagy lökészerűen beporlasztott olajat. Ezáltal a tűz elején még viszonylag alacsony hőmérsékletű térben is tökéletes égést lehet elérni [10]. Külön előnyük a gázsugár 80—120 m/sec-os nagy kilépési sebessége, amely a kemenceatmoszféra homogenizálását és egyenletes hőmérséklet kialakítását segíti elő.

3.3 Földgáztüzelésű téglaiipari alagútkemencék

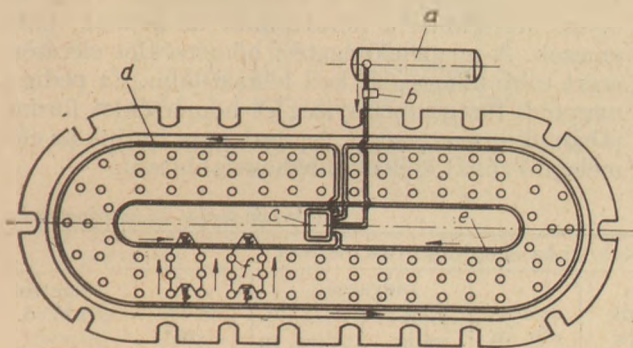
A téglagyárak földgázüzemre való átállításában Franciorszáé volt a vezető szerep. 1965-ben 9 alagútkemencét üzemeltettek földgáztüzeléssel. Az első

Téglaiipari kemencéknél alkalmazott

Szám	Az égő megnevezése	Az égő működésének jellemzése	Olajnyomás a vezetékekben, at	Olajnyomás a porlasztóban, at.
1.	Micro-Monobloc. 64. Bernini	Égőnként villanymotorral hajtott dugattyú nyomja a porlasztón keresztül az olajat az égetőtérbe	3—5	40—100
2.	Prometheus Cenacchi & Ghedini	Égőnként villanymotorral hajtott fogaskerék szivattyú, amely a dugattyút hidraulikusan működteti	—	max 50
3.	JET Sabo	Égőcsoportonként villanymotorral hajtott fogaskerékszivattyú, mely hidraulikusan működteti a csoporthoz tartozó 4—10 égőt	kb. 3	max 100
4.	ZEK 15 Leisenberg	Elektronikus impulzusadóval vezérelt elektromágneses működésű dugattyú égőnként	0,5—2	15—20
5.	PIROS Univertex	Központi szivattyútelep, hidraulikusan működtetett dugattyúk égőnként	12	12—60
6.	ETO II. Brulax Elektroteile GmbH	A nagy nyomáson érkező olaj útját elektromos impulzus adóval vezérelt mágnes szelep teszi szabaddá a porlasztóhoz	8—10 visszafolyó vezetékekben	8—20



8. ábra. Olajégők elhelyezése felsőtüzelésű alagútkemencében.
(Bruciatori, Bernini, Bologna)



az égési folyamat befejezése után lépnek ki nagy sebességgel. Így az előmelegítő zónában is kiválóan alkalmazhatók, ahol egyébként a hőmérséklet nem éri el a földgáz gyulladási hőmérsékletét (kb. 650°C) alatt [11]. A levegő-gáz arányt a szabályozó szerkezet a teljesítménytől függetlenül állandó szinten tartja.

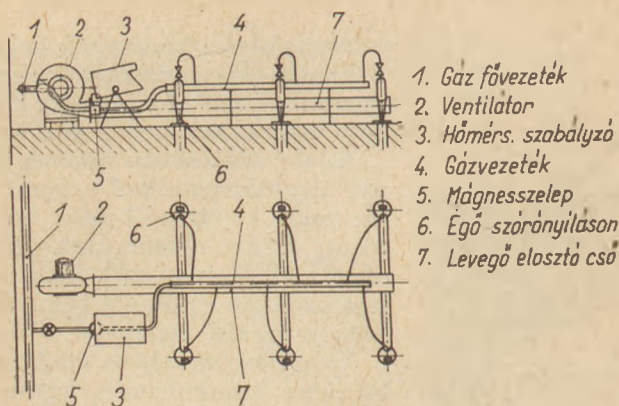
9. ábra. Kemence olajellátása és az olajégők elhelyezése felülnézetben. (Bruciatori Bernini, Bologna)

a) olajtartály, b) szivattyútelep, c) közberső fűtött tartály szivattyúval, d) nyomóvezeték, e) visszatérő vezeték, f) égők

impulzus égők adatai

2. táblázat

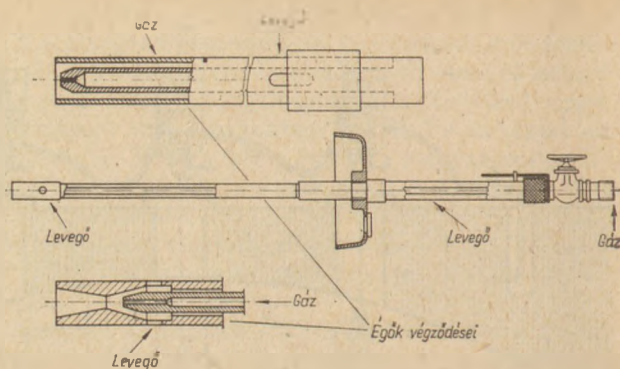
Impulzusszám percenként	Egy lökettel befecskendezett olaj, ml	Beállítási lehetőségek	A hőmérséklet- szabályozás módja	Teljesítmény, l/ó	Megjegyzés
30	0,5—10	olajadag és nyomás égőnként	olajadag változtatásával égőnként, vagy égőcsoportonként	1—18	Közberső tartály olaj- szivattyúval és villamos fűtéssel
16	0—12	olajadag és nyomás égőnként	olajadag változtatásával égőnként, vagy égőcsoportonként	0—12	
6, 12, 18, 24, (48)	0—10	olajadag és nyomás égőnként löketszám égőcsoportonként	égőcsoportonként a löketszám változtatásával	0—14 (29)	
120—130 (újabb 250-ig)	—	olajadag égőnként, löketszám égőcsoportonként	égőcsoportonként a löketszám változtatásával	—	
4—50	4	nyomás égőnként löketszám égőcsoportonként	égőcsoportonként a löketszám változtatásával	1—12	
2—40 (újabbak 50, ill. 80-ig)	—	olajadag (porlasztási időtartam) égőnként löketszám égőcsoportonként	égőcsoportonként a löketszám változtatásával	—	Égőnként a porlasztó villamosan fűthető



10. ábra. Gáztüzelő berendezés vázlata felsőtüzelésű alagútkenecén. (Sabo, Gorla Minore/Varese)

Téglaipari kemencéknél végzett 3. táblázat francia földgáztüzelési kísérletek eredményei

A mért érték megnevezése	Az egyes értékek	
	normális üzemenetnél	kísérleti üzemenetnél
Az alkalmazott nyomás, bar	1,7—4,8	1,5
Az injektorok mérete, $\varnothing$ mm	1,6—1,8	2,0
Az alkalmazott égősorok száma	6	8
Gázfelhasználás, Nm ³ /24 ó	2475	2775
Hőmérsékletemelkedés az előtűzben, °C/ó	150	80
A kiegészített áru mennyisége, t/24 ó	64,5	58,0
Fajlagos gázfelhasználás, Nm ³ /t égetett áru	38,5	47,0



11. ábra. Téglaipari kemencéknél alkalmazott gázégő

A földgáz tüzelés jó beállítása nagy precizitást kíván. Szükséges, hogy az égők méretezése, teljesítménye, a láng alakja, hossza, a gáz és levegő nyomása és az égők száma összhangban legyen a kemence méreteivel, teljesítményével. Alulméretezés esetén sem az égők számának növelése, sem pedig a kiömlési keresztmetszet változása nem ad megfelelő eredményt.

Ennek oka nagyrészt abban van, hogy a földgáz lángjának sugárzása a szén és olaj lángjával szemben jóval kisebb, így a tűztartóban nem adja át olyan mértékben a hőtartalmát az árunak, mint emezek. A megfelelő égetési hőmérséklet elérésére ezért több hőenergiát kell felhasználni. Ez pedig a nagyobb füstgázmennyiség és hőmérséklet formájában okoz veszteséget, ha csak nem tudjuk az előmelegítő zónát kellően meghosszabbítani.

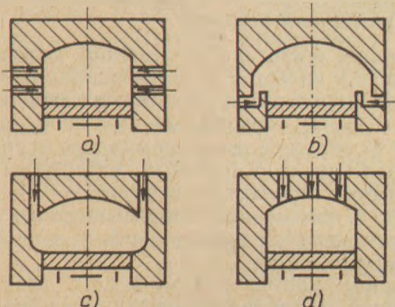
Különböző tégl- és cserépipari

Szám	Az alagútkemence megnevezése	Az égetőcsatorna méretei					égetési idő, ó.
		hosszúság, m	szélesség, m	magasság		térfogat, m ³	
				boltváltig, m	teljes, m		
1.	NDK PAB ST 50	120,0	2,85		1,64	560	47
2.	NDK PAB ST 4	84,0	2,10		1,64	290	
3.	NDK PAB DST 14 iker	120,0	2,14		1,48	380 × 2	47
4.	NDK PAB ST 29	120,0	2,14		1,64	422	47
5.	Csehszlovák „Keramoprojekt”	70,0	2,60	1,40	1,73	280	42
6.	Csehszlovák „Keramoprojekt” kettős (I)	131,0	2,30	—	1,77	515 × 2	60
7.	Csehszlovák „Keramoprojekt” kettős (II)	131,0	2,30	—	1,77	515 × 2	65
8.	Csehszlovák kemence	83,0	1,90	—	1,70	246	60
9.	Csehszlovák kemence	101,5	2,30	—	2,05	416	59
10.	Csehszlovák kemence	108,0	1,90	—	1,71	345	68
11.	ÉaKKI	92,2	2,62	1,50	1,74	394	37
12.	Téglatröszt	100,0	2,64	1,52	1,79	438	—
13.	Gyárkémény és kemenceépítők	89,0	2,66	1,50	1,85	398	39
14.	Walter NSZK	68,6	3,20		1,75	384	63—79
15.	AEBI Anglia	82,9	—	—	—	—	—
16.	AEBI NSZK	55,0	—	—	—	—	—
17.	Keller NSZK	110,0	2,75	—	2,02	610	42
18.	Lingl Belgium Rumst	100,0	3,20	—	1,85	592	60
19.	Lingl (NSZK)	112,0	3,30	—	1,96	725	40
20.	Lingl (USA Salisburg)	250,0	—	—	—	—	—
21.	Knoxville USA	136,0	2,50	—	0,38	136	8
22.	Morandó FT/32-b (Olasz)	83,7	3,20	—	1,90	509	42
23.	Berditscherski Tgy (SZU) iker	75,0	2,95	1,70	—	355 × 2	43

Források: 1—4. PAB. Veb. Projektierung und Ausrüstung für Bau- Baustoff- und Keramikmaschinen Bautzen. (Prospektus adatok.) 5—7. Keramoprojekt Brno. (Prospektus adatok.) 8—10. Bazout V.: Silikattechnik 1961. 124—128. old. 11. Építőanyagipari Központi Kutató Intézet. 1964. Rajzszám 1401. 12. Tégl- és Cserépipari Tröszt 1966. Hajdúszoboszlói kemence. 13. Gyárkémény és Kemenceépítő V. KM 24057-ET. sz. előterv. 14. Ka.

Ezt mutatják a franciaországi kísérleti eredmények is [12] melyeket a 3. táblázat tartalmaz. A tapasztalatok szerint rossz méretezés 10%-os teljesítmény csökkenés mellett 22% fajlagos gázfelhasználás növekedést idézett elő.

A felső tüzeléssel a tapasztalatok szerint, főleg nagyobb égetőcsatorna magasság esetén, sok esetben nem lehet egyenletes égetést elérni. Az alj gyengén égett maradt, a felső rész túlég [13]. Különösen fennáll ez akkor, ha a gáz nyomása, ill. a gáz-levegő keverék kilépési sebessége és így a láng hossza kicsi. Ilyenkor az alulról jövő hűlés erősen érezteti hatását. A rakomány felső sorainak túlégését azzal küszöbölik ki, hogy a lángot megfelelően irányítják. E célból excentrikusan építik be a szórónylás fedélbe az égőket. Az excentricitás szabályozható.



12. ábra. Földgázégők különféle beépítési módja alagútke-mencéknél

Oldaltüzelésnél több megoldást alkalmaznak [14]. Az égőket több sorban helyezhetik el (12. ábra) az oldalfalban. Más megoldásnál a láng védő-falnak ütközik, így az áru nem kap közvetlenül szűrőlángot (12b ábra). Egyes kemencéknél az égőket a födémboltozatba építik be és a láng megfelelő terelőfalazat segítségével alulról lép be az áru közé (12c ábra). Egyes esetekben az előmelegítő zónában előkeveréses ipari égőket helyeznek el, amelyek az ott uralkodó alacsony hőmérsékleten is üzembiztosan és gazdaságosan működnek [15].

4. Megállapítások

Az utóbbi időben épült téglaiipari alagútke-mencéről ad áttekintést irodalmi adatok alapján a 4. táblázat. A táblázatban néhány olyan kemence típus is szerepel, amely még nem épült meg, csupán terv, vagy prospektus adat van róla. Ennek ellenére célszerűen egészítik ki, az adatsort, mintegy jelezve az egyes országokban kialakult tervezési irányelveket.

A különféle helyekről származó adatok egységének és összehasonlíthatóságának biztosíthatóságára sok esetben kellett átszámításokat alkalmazni. Az így számított adatokat kb. jellel láttam el.

A táblázat adatai azt mutatják, hogy

a) a kemencék hosszmeretei igen változóak. A legrövidebb 55 m, a leghosszabb ennek csaknem ötszöröse, 250 m hosszú,

alagútke-mencék adatai					4. táblázat
Teljesítmény		Fajlagos éves kemence teljesítm., 10 ³ db/év/ m ³	Az alkalmazott tüzelőanyag		Megjegyzés
10 ⁶ téglá évente	t/év, ill. t/nap		fajtája	fajlagos fogyasztása, kcal/kp égetett áru	
15	—	26,8	barnaszén bri-kett törmelék	320	szórótüzelés
10	—	34,5	4400 kcal/kp	280	szórótüzelés
25	—	32,9	4400 kcal/kp	320	szórótüzelés
13	—	30,8	4400 kcal/kp	330	szórótüzelés
11	—	38,6	szénpor, barna	270	szórótüzelés, rakási sűrűség 664 kp/m ³
13,4	43 000	13,0	2800 kcal/kp	350	szórótüzelés, rakási sűrűség 300 kp/m ³
22	67 000	20,3	2800 kcal/kp	290	szórótüzelés, rakási sűrűség 500 kp/m ³
3	27 000	36,6	barnaszén	450	félgáztüzelés, rakási sűrűség 750 kp/m ³
13	44 000	31,3	barnaszén	430	félgáztüzelés, rakási sűrűség 740—860 kp/m ³
10,5	31 600	30,4	generátor gáz	609	félgáztüzelés, rakási sűrűség 723 kp/m ³
18—20	—	45,7—50,8	barnaszén por	szénre	szórótüzelés + bekeverés
kb. 18	—	41,3	barnaszén por	—	szórótüzelés + bekeverés
kb. 18	—	45,2	barnaszén por	—	szórótüzelés + bekeverés
terv 14	—	terv: 36,5	porszén	216	lebegtetéses porszéntüzelés
15	—	—	7800 kcal/kp olaj	—	felső olajtüzelés
10	(90)	—	olaj	—	felső olajtüzelés
22	(216)	41	olaj v. szén	185	felső olaj, v. szén szórótüzelés
21	(200)	35,5	olaj	—	olaj elgázosító égők
24	(230)	33,1	olaj	350	olaj elgázosító égők
100	—	—	olaj	száritással	—
28	—	206	földgáz	500	felső és oldalsó tüzelés
20	60 000	39,3	olaj	száritással	felső tüzelés
30	—	42,3	földgáz + szén	—	szénbekeverés + földgáz felső tüzelés

A dőlt számok a meglevő adatokból becsléssel számított adatokat jeleznek.
lippke E.: Die Ziegelindustrie 1968. 89—91. old. 15—16. Robert Aebi AG. Zürich. (Prospektus adatok.) 17. Ziege-leitechnisches Jahrbuch. 1964. 143—146. old. 18. Silikat Journal. 1964. 10. sz. 19. Die Ziegelindustrie 1967. 21. sz. 20. West H. W. H.: Claycraft 1968. febr. 21. Kakasy Gy.: Szilikáttechnika 1968. 31—33. old. 22. Morando Impianti Asti. 180/68 jelű ajánlat. 23. Böhm: Die Ziegelindustrie 1962: 175. old.

b) a korszerű kemencéknél megfigyelhető az égetőcsatorna szélességi méretének növekedése és magasságának csökkenése. A keresztmetszet magasság/szélesség viszonyozása 0,1—0,9 között változik, de a legtöbb korszerű kemencénél 0,5 és 0,6 között van.

Újabbban több cég is foglalkozott igen lapos keresztmetszetű, alacsony égetőcsatornájú kemencék építésével, amelyekben a rakomány csak egy-két sor magas. Ezekkel igen gyors égetést lehet elérni, mivel a hőátadási viszonyok, a hőmérsékleteloszlás igen kedvező bennük [16].

c) az extrém esetektől eltekintve az égetési idő 40 és 80 óra között van — ami természetesen mindig az agyag minőségétől és a gyártandó árutól függ —, a fajlagos kemenceteljesítmény pedig 10^3 db/év/ m^3 -ben kifejezve a korszerű kemencéknél 35—45 körül van,

d) a korszerű kemencék túlnyomó része olaj vagy gáztüzelésű. A kemencék szélességi méreteinek növekedése a felső tüzelést helyezi előtérbe. A korszerű tüzelőanyagok a kemenceüzem igen pontos szabályozhatóságát teszik lehetővé. Egyben lehetőséget teremtenek az automatizálás megvalósítására is.

e) a tüzelőanyagnak a téglamasszába való bekeverésénél igen körültekintően kell eljárni, hogy a minőségromlást elkerüljük. Egyes agyagokhoz nem, vagy csak kis mértékben lehet tüzelőszert keverni.

A teljes bekeverés igen nagyfokú egyenletességet igényel mind az agyag, mind a tüzelőanyag oldaláról. Ellenkező esetben nem biztosítható a megfelelő minőség.

Végül megállapítható, hogy a korszerű kemencék az áru égetéséhez szükséges hőmérsékletet ± 5 — 10°C pontossággal biztosítják. El vannak látva olyan berendezésekkel, amelyek az előmelegítő és hűtő zónában biztosítják a hőmérséklet egyenletességét, tüzelőberendezéseik pedig automatikus szabályozásúak. Így elérhető a 95—98%-os I. o. áru kihozatal és ezzel a gazdaságosság is.

IRODALOM

- [1] Kalippke E.: Die Ziegelindustrie, 1968. 89—91. old.
 - [2] Anon.: The British Clayworker, 1968. aug. 20—24. old.
 - [3] Matyasovszky Zs. Tamás: Építőanyag, 1955. 172—181. old.
 - [4] Mátrai (Mekl) József: Építőanyag, 1963. 56—63. old.
 - [5] Sasvári György, Serly Gusztáv: Építőanyag, 1955. 161—172. old.
 - [6] Albert János: Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1957. 125—140. old.
 - [7] Kudelka Dénesné: Szilikáttechnika, 1967. 1—6. old.
 - [8] Anon.: Unitherm Nachrichten, 1965 Nr 2./April.
 - [9] Assenmacher P.: Ziegeleitechnisches Jahrbuch, 1968. 263—323. old.
 - [10] Anon.: The British Clayworker, 1968. márc. 44. old.
 - [11] Stribny A., Himmel J.: Stavivo, 1967. 305—310. old.
 - [12] Noureux R.: Die Ziegelindustrie, 1967. 363—368. old.
 - [13] Leitner A.: Die Ziegelindustrie, 1965. 409—422. old.
 - [14] Potie N.: Die Ziegelindustrie, 1965. 632—639. old.
 - [15] Anon.: Clayraft, 1964. jún. 350—355. old.
 - [16] Anon.: Ziegeleitechnisches Jahrbuch, 1967. 127—129. old.
- Kakasy Gyula: Szilikáttechnika, 1968. 31—33. old.

Csizi Béla: Különböző tüzelőanyagokkal fűtött és különböző tüzelési rendszerű téglaiipari alagútkemencék összehasonlítása

Jelenleg a hazai téglaiiparban tüzelőanyagként kis fűtőértékű barnaszén, lignitet, bányameddőt, mozdonypernyét, lignitport, porszénhamut, éghető tartalmú salakot stb. használnak. A gazdaságosabb eltüzelés érdekében az említett tüzelőanyagokat részben bekeverik a nyersanyagba. A megváltozott energiahelyzet itt is lehetőséget ad a hatékonyabb tüzelőanyagok igénybevételeire. Olaj és földgáz használata főként azoknál az áruknál indokolt, amelyeknek nagy minőségi követelményeket kell kielégíteniük. — Az alagútkemencék fejlesztési irányzatának jellemzői: alacsony, széles égetőcsatorna, égetési idő 40—80 óra, olaj- és földgáztüzelés, bekeveréses tüzelés esetén a tüzelőanyagadagolás pontos szabályozása és lehetőleg automatizálása, a kemence hőmérsékletgörbéjének pontos betartása, ingadozások elkerülése.

Б. Чизи: Сравнение различных конструкций туннельных печей кирпичной промышленности, работающих на различном топливе

В настоящее время в отечественной кирпичной промышленности в качестве топлива используются низкокалорийный бурый уголь, лигнит, вскрышные породы, паровозная зола, лигнитовый порошок, зола ТЭЦ, шлак и т.д. В целях более экономичного использования вышеперечисленные топливные материалы частично подмешиваются в сырьевой материал.

В связи с изменением энергетического состояния в стране открывается возможность применения более эффективного топлива.

Применение мазута и природного газа является обоснованным в случае производства товаров повышенного качества. Основные направления развития туннельных печей: низкие, широкие обжигательные туннели; время обжига 40—80 часов; мазут и природный газ; применение точной регулировки, и по возможности автоматизации в случае подмешивания топлива в сырьевую массу; точное соблюдение температурного режима печи; устранение температурных колебаний.

Csizi, Béla: Der Vergleich verschiedenartig und mit verschiedenartigen Brennstoffen geheizter Tunnelöfen in der Ziegelei

Zur Zeit verwendet die ungarländische Ziegelindustrie Braunkohlen niedrigen Heizwertes als Brennstoff, des weiteren Lignit, taubes Gestein, Flugasche, Schlacke mit brennbarem Gehalt usw. Zum Teile werden genannte Brennstoffe zwecks Wirtschaftlichkeit dem Rohstoff beigemengt. Die veränderte Lage der Energielieferung bietet auch hier eine Möglichkeit zur Anwendung von wirksameren Brennstoffen. Das Ausbrennen mittels Öls und Erdgases ist insbesondere im Falle von Produkten, wo höhere Qualität erforderlich ist, begründet. — Charakteristische Tendenzen bei der Weiterentwicklung der Tunnelöfen sind u. a. die niedrigen, breiten Brennkanäle, Brenndauer 40—80 Stunden, Öl- und Erdgasheizung, im Falle beigemengten Brennstoffes genau geregelte und womöglich automatisierte Dosierung, strenges Einhalten der Heizkurve des Ofens, das Vermeiden von Temperaturschwankungen. (S. G.)

Csizi, Béla: Comparison of Tunnel Kilns in the Brick Industry

Solid fuels of low calorific value are still used in the Hungarian brick industry, e.g. brown coal, lignite, tailings, fly ash, etc. A part of these fuels is mixed into the body for a better economy. The changed power situation enables the use of more efficient fuels, especially in the manufacture of high-quality products. The characteristic features of tunnel kilns for brick firing: low and wide tunnel, 40—80 hours of firing, oil- or natural gas as a fuel, exact control (possibly automated control) of fuel charging, especially if solid fuel is mixed into the body, the elimination of temperature fluctuations.

Hozzászólás Csizi Béla: Különböző tüzelőanyagokkal fűtött és különböző tüzelési rendszerű téglaiipari alagútkemencék összehasonlítása című előadásához

Bujtás Béla (Szilikátipari Központi Kutató- és Tervező Intézet)

Az elhangzott előadásban a különböző tüzelőanyagok felhasználását téglaiipari kemencéknél az előadó részletesen ismertette. Munkájában alaposan figyelembe vette, az adott tárgykörben irodalmilag fellelhető adatokat. Az irodalmi részt azért kell külön kiemelni, mert az olaj- és gáztüzeléssel kapcsolatban jelenleg még nincsenek tényleges tapasztalati adataink. Szénttüzelésnek két variációját az utolsó évben épített alagútkemencéknél részben már közvetlenül ki lehetett értékelni. Így én is hozzászólásomban inkább a szénttüzelésű változattal kapcsolatban kívánok megjegyzéseket tenni.

Az előadó is foglalkozott bőségesen a szénttüzelés, illetve a bekevert szénrel való égetéssel, megjegyezve annak összes előnyét és hátrányát. Ha kizárólagosan bekevert szénrel égetjük ki az árut, többfajta minőségrontó tényezővel kell számolni. (Feltétlenül fontos, hogy az agyag és bekeverendő szén mindig ugyanazon minőségben álljon rendelkezésre. Így is csak az az agyagféleség égethető jól ki, amely fizikai tulajdonságainál fogva erre a célra alkalmas.) Ezen túlmenően az előadó véleménye szerint is több olyan agyagfajtánk van, melyeknél a bekeverés szilárdságcsökkenést eredményez.

A teljesen bekevert tüzelőanyag esetén lényegesen nagyobb légfelesleggel kell üzemelni. Ez adódik elsősorban abból, hogy a füstgázok, a kemence keresztmetszetében lezajló áramlási viszonyok miatt, túlnyomórészt a kocsirakomány és az oldalfalak, valamint a boltozat mellett áramlanak el, részben kihasználatlanul. Ezt a rést tovább szűkíteni nem lehet, ezért ez a lehetőség a füstgázok eltávolítására mindig fennáll.

Alagútkemencékben végzett áramlási kísérletek szerint, a füstgázok sebessége 2—2,5-szerese az említett hézagokban, mint a rakomány belsejében. Így a nagyobb sebességű tér közelében a bekevert szén kiégése jóval kedvezőbb, mint a rakomány magja körül. Annak érdekében, hogy a rakomány belső része is teljesen kiégjen, vagy további levegőadagolás szükséges, vagy csökkenteni kell az előtolás sebességét. Ha a tüzeléshez szükséges levegőmennyiséget megemeljük, nagyon megnövekszik ezzel együtt a füstgáz mennyisége. Bár az így rendelkezésre álló füstgázokat közvetlen kemencekocsin való szárításra fel lehet használni, azonban még így is kedvezőtlen és nem biztos, hogy mindig gazdaságos üzemmenetet lehet elérni.

Teljes mennyiségben bekevert tüzelőanyag esetén a kemence üzeme igen kismértékben szabályozható. Nyersgyártási és egyéb üzemzavarok vagy

hosszabb hétvégi pihenők esetén a tűz előreszalad, mert nem a megfelelően beszabályozott üzemi körülmények alakulnak ki. Feltétlenül kedvezőbb az olyan vegyes tüzelés biztosítása, melynél a tüzelőanyagoknak csak egyrésze van az áruba bekeverve és a nagyobbik részt szórással kell a rakomány közé bejuttatni. Így a kemence üzeme már szabályozhatóvá válik, valamint a rakomány közepe is megfelelően kiéghet. Ennél a vegyes tüzelési módnál már jobban be lehet tartani a kedvező légfelesleg tényezőt. Szénttüzelésnél, vagy egyéb korszerű tüzelőanyag használatánál is egyaránt törekedni kell arra, hogy a kemencében lehetőleg tökéletes égés legyen biztosítható. Ennek megfelelően a kemencébe mindig csak annyi tüzelőanyagot szabad juttatni, amennyi az áru kiégetéséhez szükséges. Ha a kemencétől azt várjuk, hogy onnan a szárításhoz szükséges összes hőenergiát meg tudjuk kapni, vagyis a kemencét, mint egy nagy hőkicserélőt használjuk, viszonylag kedvezőtlen üzemi körülményeket teremtünk. Ezért arra kell törekednünk, hogy a kemencében csak az égetéshez szükséges hőt vigyük be, mert ezzel lehet leginkább biztosítani a kemence jobb hatásfokát és a kedvezőbb áruminőséget.

A folyékony és gáznemű tüzelőanyagok felhasználásánál szintén nagy figyelmet kell fordítani arra, hogy csak az égetéshez szükséges hőt vigyük a kemencébe. Ezeknél a tüzelőanyagoknál már fel sem szabad, hogy merüljön a szénttüzelésnél említett nagy légfelesleg-tényező, mert ez igen nagymérvű többletenergiát igényelne és nem lehetne olyan jól kihasználni a füstgázok hőtartalmát.

Az előadó által ismertetett különböző égőrendszertű tüzelések bármelyike használható, azonban ügyelni kell arra, hogy az égőrendszer és az alagútkemence rendszere megfelelő összhangban legyen.

Szükségessé válik a jelenleg már működő, valamint az ezután belépő, különböző alagútkemencék hőmérlegének mielőbbi elkészítése. Ezáltal lehetőség nyílik arra, hogy számadatok birtokában a gazdaságosság és a minőség figyelembevételével a kiértékelést minél előbb végre lehessen hajtani. Így a későbbiekben építendő alagútkemencéknél a mért adatokat már figyelembe lehet venni.

Az elhangzott előadás és az abban felsorolt sok adat nagyon jó áttekintést adott a külföldön és hazánkban épült kemencékről és azok tüzeléstechnológiájáról. Ennek és a hőmérlegek birtokában könnyebb lesz kiválasztani a hazai viszonyok között legalkalmasabb tüzelő vagy égetőrendszert.

Tudjuk jól, hogy évezredes anyag az üveg és az üvegfűvőcsövet több mint 2000 éve találták fel. Úgy hiszem az üveg az emberi civilizáció első olyan terméke, amelyben már szerepet kap a kémiai szintézis, — de mindez akkor történt, amikor még a vegyészet nem volt tudomány. Az üvegfűvők gondosan őrizték titkukat és az apáról fiúra szállt, hosszú nemzedékeken át.

Éppen ezért az üvegipar hosszú időn át empirikus úton fejlődött, míg azután századunk elején gyökeresen át nem alakult.

Ma már az üvegipar a legkorszerűbb iparágak egyike, sőt az egyik legdinamikusabb iparág.

Bizonyos, hogy erre a korszerűsítésre csakis úgy kerülhetett sor, hogy apránként jobban megismerkedtünk azokkal a fizikai és kémiai jelenségekkel, amelyek a különféle gyártás és feldolgozás alatt végbemennek, miközben a nyersanyagokból buborékmentes üveget állítunk elő, amely alkalmas a formázásra, alakításra.

Az üvegipar nagy kalóriaértékű gázokat fogyaszt, akár földgázzal, akár világítógázzal legyen szó. Mivel azonban ezek az üzemanyagok viszonylag drágák Franciaországban, ezért ezek alkalmazása csak korlátozott esetekre szűkült; ezek használatát általában az üveglvasztást követő műveleteknél alkalmazták.

Ami pedig magát az olvasztást illeti, itt a fűtőolaj (pakura) lehetővé tette olyan jól megoldott fűtőberendezések alkalmazását, amelyek teljesítménye régebben nem volt lehetséges.

Néhány esztendeje egyre több földgáz áll rendelkezésre, ami lehetővé teszi, hogy most már versenyképes gáztüzelést alkalmazhassunk, az olajfűtés helyett.

*

Milyen tapasztalatokkal is rendelkezünk az üveggyártásban a földgáztüzelésre vonatkozóan?

Először is hangsúlyoznom kell, hogy mi nem vagyunk üvegipari szakemberek, hanem az a feladatunk, hogy résztvegyünk a tüzelőanyag változtatásánál felmerülő problémák megoldásában. Ezekre az átalakításokra akkor került sor, amikor az ismert Lacq-i gázforrás működni kezdett.

Itt most a saját tapasztalatainkról fogok beszélni, de azt hiszem, hogy az általunk elért eredmények alkalmasak lesznek arra, hogy megdöntsenek bizonyos elméleteket és állásfoglalásokat a földgáz alkalmazásával szemben, különösen a kád-kemencék esetében.

Az alábbiakban azokat a problémákat fogom ismertetni, amelyekkel munkánk során találkoztunk. Megemlítem majd az általunk javasolt megoldásokat is, amelyek kivitelében közreműködtünk és sikert értünk el.

* Az 1968. szept. 25—27-én tartott Szilikátipari Energiagazdálkodási Konferencián elhangzott előadás.

Előadást két részre osztom:

1. az olvasztókemencék,
2. egyéb célú üvegipari gázfelhasználás.

De mielőtt még a részletekbe bocsátkoznék, röviden ismertetni szeretném a franciaországi földgáz jellemzőit, különösen pedig a mi Lacq-i ismert földgázunkét. A földgáz összetétele ugyanis változó az egyes lelőhelyek szerint és így az égetési feltételek is változnak.

ELEMZÉS:

Metán, CH ₄	97,3 %
Etán, C ₂ H ₆	2,2 %
Propán, C ₃ H ₈	0,1 %
Bután, C ₄ H ₁₀	0,1 %
Széndioxid, CO ₂	— %
Nitrogén, N ₂	0,3 %

FIZIKAI JELLEMZŐK:

Fajsúly a levegőhöz viszonyítva	0,567
Viszkozitás a levegőhöz viszonyítva	0,60
Gyúlékonysági határ a gáz %-ban a levegő-gáz keverékben:	
alsó határ = 5 %	
felső határ = 14 %	
Legnagyobb lobbanási sebesség, cm/s	34,5

MŰSZAKI JELLEMZŐK:

Felső fűtőérték, kcal/Nm ³	9675
Alsó fűtőérték, kcal/Nm ³	8710
Elméleti levegőszükséglet (Nm ³ /Nm ³)	9,760
Elméleti füstgázmennyiség (Nm ³ /Nm ³)	
— száraz füstgáz	8,754
— nedves füstgáz	10,772
Száraz égéstermékek legnagyobb CO ₂ -tartalma	0,117
Az elméleti nedves égéstermékek harmat- pontja °C-ban	59
Tényleges elméleti égési hőmérséklet °C-ban	1917

1. Olvasztó kemencék

Az olvasztó kemencék két nagy csoportját különböztethetjük meg:

- a kádkemencéket (erről szól előadásunk),
- a téglykemencéket (ezeket csak emlékeztetőül hoztam fel).

A kádkemencékben általában kétféle fűtési módot alkalmaznak,

- U lángú tüzelést,
- keresztlángú tüzelést.

Most nézzük, mely tényezők játszanak jelentős szerepet és vannak hatással a kemence teljesítményére?

Ezeknél a kemencéknél a nyersanyag a kád egyik végén lép be, és az olvasztott üveg a kemence másik végén távozik. A nyersanyag átalakítása üveges terméké fokozatosan megy végbe, miközben az üveg áthalad a kemencén.

Mind a két megoldásnál a láng és az olvasztott üveg közötti hőátadás csakis a fürdő szabad felületén megy végbe, amiben a láng sugárzásának hatékonysága döntő jelentőségű. Ennek két oka van:

- az üveg rossz hővezető, ezzel szemben áttetsző.
- Csakis a sugárzás juthat el a mélyebb rétegekig és következésképpen csakis sugárzással lehet a fürdőt

teljes egészében felfűteni. Nem elegendő a felület konvektív fűtése.

— Amennyiben az üvegfürdőben a konvekciós áramlás túlságosan erős, káros hatással lehet az üveg minőségére. Ugyanis az áramló üveg ilyen esetben meg nem olvadt nyersanyag-részecskéket visz magával és a késztermékben hiba keletkezik.

A lángtól azt kívánjuk, hogy:

— legyen nagy hőmérsékletű, elégséges közben krakkolódjék benne a metán, sugárzóképesége legyen nagy, az elégséges legyen tökéletes,

— a láng legyen rugalmas és lágy, hogy könnyen alkalmazkodni tudjon a kemence alakjához anélkül, hogy a tűzállóanyag egyes részeit megsértené szűrő hatásával,

— legyen terjedelmes, hogy teljesen kitölthesse az egész kemencét és annak minden részét egyenletesen melegítse fel,

— sugárzása legyen erőteljes, hogy a hőenergia mélyen behatolhasson az olvasztó fürdőbe,

— legyen könnyen szabályozható, mert csak így lehet biztosítani a kemence atmoszfera oxidáló vagy redukáló hatását és ezzel elejét lehessen venni az üvegben keletkező hibáknak, vagy a tűzállóanyag erős igénybevételének.

Mit remélhetünk a földgáz lángtól?

A földgáz lényegében CH_4 -ből áll és ezen gáz égési jellemzői szabják meg alkalmazási lehetőségét.

A CH_4 olyan gáz, amelynek égési sebessége csekély. Akkor éri el legnagyobb értékét, ha elméleti levegő-gáz keveréket alkotunk. Mindenesetre az égési sebesség a levegő előmelegítésével növekszik, viszont csökken, ha több levegőt keverünk hozzá, vagy pedig, ha inert gázt keverünk bele.

Mivel a CH_4 igen stabil gáz, csakis nagy hőmérsékleten bontható. Ennek ellenére, ha a levegőt körülbelül 1000°C -ra melegítik fel (és ez a helyzet a legtöbb regenerátorral ellátott kemencénél), a krakkolás viszonylag könnyen megvalósítható. Ez másféleképpen megy végbe a rekuperációs kemencéknél, ahol a levegő előmelegítése alig haladja meg a 700°C -ot.

A CH_4 nem ad fényes lángot, mint a többi szénhidrogén, amelyben nagy H_2 -tartalom van. Fényes lángot adhat azonban ez a gáz is, ha a krakkolás az égés előtt történik meg, vagy az égés kezdetén. A krakkolás révén olyan karbon részecskék képződnek, amelyek a lángnak nagyobb emissziós képességet biztosítanak és a fekete testhez közelítik.

A levegőhöz viszonyított térfogat-arány 10:1, a fajsúly 0,6:1, ily módon a kétféle gáz bevezető nyílásai nem teszik lehetővé a keverék gyors és jó elkeveredését, illetve ez nehezen oldható meg. A rossz keveredés azzal a veszéllyel jár, hogy a láng túlságosan megnyúlik és túllépi a kemenceszerkesztésnél figyelembe vett határt. Kitűnik ebből is, hogy milyen nagyfontosságú az égők helyes kialakítása és természetesen a kemence megfelelő mértani alakja.

Az U-lángú kemencénél a lángnak hosszúnak kell lennie, hiszen a lángnak hosszú utat kell megtennie, amíg visszatér az égő közében elhelyezkedő lehúzó nyíláshoz. Ezzel szemben a keresztlángú ke-

mencéknél a lángnak csak a kemence szélességét kell átfutnia.

Bármilyen legyen is a kemence típusa, szükséges és fontos, hogy a lángot szabályozni lehessen. Az elégséges legyen tökéletes. Az égés ne induljon meg az égő keverőterében, vagy a rekuperáló csövekben, és ne húzódjék el a regenerátorkamrákra.

Amíg az említett elemeket nem megfelelően alakították ki, azt gondolták, hogy a földgáz hátrányban van a fűtőolajjal szemben a kádkemencék fűtésében, akár azért, mert a fajlagos fogyasztás nagyobb, akár pedig azért, mert az olvasztási teljesítmény kisebb.

Kezdetben a földgáz-égők kiképzése során alkalmazott műszaki megoldások nem voltak megfelelőek. Egyszerűen csöveket használtak erre a célra, amelyek átmérőjét a gáz mennyiségétől és az égő nyomásától függően szabták meg.

Nézzük meg kissé közelebbről, hogy mi is történt.

Az előmelegített levegő bevezetésére szolgáló nyílás keresztmetszeti felülete körülbelül $50\text{--}100\text{ dm}^2$. A levegő sebessége csekély, mintegy $7\text{--}10$ méter/másodperc. Ezzel szemben a folyékony vagy gáznemű üzemanyag bevezetésére szolgáló nyílás csak néhány négyzetmilliméter, következésképpen a befecskendezési sebesség itt $10\text{--}20$ -szor nagyobb, mint a levegő sebessége.

Az ilyen geometriai megoldásnál, magától értetődik, hogy nem lehet helyesen megoldani a levegő és a gáz keverését, a keverés igen lassan, fokozatosan megy végbe, a gáz sugar keresztülhatol a levegőn, anélkül, hogy azzal keverednék. Ennek az a következménye, hogy igen csekély az érintkezési felület a két gáz között.

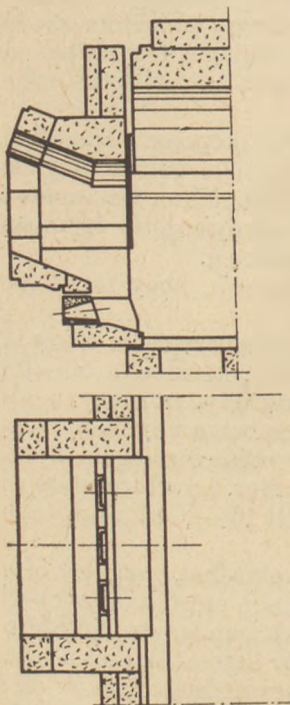
Ha ebből a megállapításból indulunk ki, akkor azt kell tennünk, hogy a gáz bevezetését kúpos formában kell megoldanunk és jól kell megválasztanunk a befúvási szöveget. Így lehet a levegőt és a gázt jól összekeverni, mielőtt ez a keverék még behatolna a kemencébe.

Ha így járunk el, akkor eljutunk az olaj befecskendezéssel azonos módszerhez, ahol a porlasztás mindig kúpalakú formában történik. Azonkívül elérjük azt is — ami nagyon fontos — hogy az így kapott láng nagyon világító lesz. A fúvási tényező eléri a $0,5\text{--}0,6$ értéket, ami talán kisebb, mint a fűtőolajnál, de igen közel áll a maximális hatékonysághoz. Ribaud professzor kimutatása szerint körülbelül $0,45$ az ily módon elért érték.

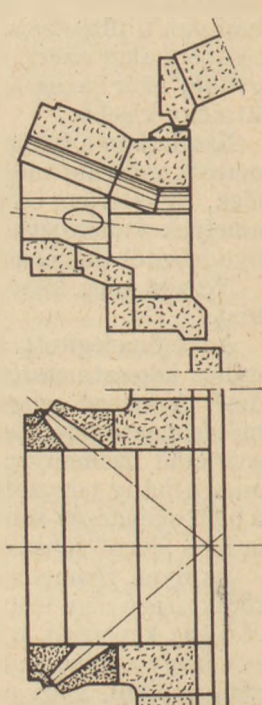
Végül az így kialakított befúvó szerkezetet szabályozhatóvá tettük és ezzel a termelés arányában változtatható a gázmennyiség. A szabályozás a hengeralakú injektorétól eltérő, amennyiben a gázmennyiséget úgy módosíthatjuk, hogy nem változik meg a gáz kilépési sebessége, tehát nem mozdul el a hőmérsékleti görbe.

Az általunk megfigyelt üvegolvasztókemencéknél a láng U-formájú volt. Az olaj befúvók helyére kerültek a gázfúvókák és ezeket a meleg levegő bevezetés és a fürdő felülete között helyezték el. Mindegyik oldalon három fúvóka van. A gázláng a toloajtón kilépve keletkezik, ez tölti be a stabilizáló szerkezet szerepét, a levegőbevezetést az üvegfürdő felülete között helyezik el. (1. ábra)

A fúvókából kilépő gáz sugar ellaposodik, és így a lehető legnagyobb érintkezési felületet hozza létre a kétféle gáz között. Az a lehetőség pedig, hogy a belső kúp elmozdításával az olvasztás során a fúvókából kilépő gáz sebességét a mennyiség változtatása nélkül módosítani lehet, megkönnyíti, hogy a láng hosszúságát az optimális értékére állíthassuk be.



1. ábra. Gázfúvóka az U lángú kemencében



2. ábra. Gázfúvóka a keresztbe működő égőkkel

Másik változatot is elfogadtak az üvegolvasztó kemencéknél.

Fűtőolaj használatánál a fűtőolajat úgy vezették be, hogy a fúvókát a légbevezető csatorna tengelyére merőlegesen állították, a kemencébe való betorkollásból kissé visszahúzva. Az égőt vízhűtő köpennyel hűtötték és automatikusan kapcsolták minden váltáskor. A gázfűtéshez ugyanezt a szerkezetet alkalmazták, de a fúvóka kúp alakú volt és a csatorna végéig nyúlt be. A hűtőköpenyt is el lehetett hagyni, mivel a gázáramlás elég hűtést biztosít a fűtési fázis alatt.

Az általunk kidolgozott fűtési alapelvnek megfelelő berendezések kivitelezésével párhuzamosan két másik fajta, más működésű megoldást is alkalmaztunk, de lényegében itt is ugyanazokat az alapelveket vettük figyelembe. Ennél a két kemencénél a gáz bevezetése két henger alakú fúvókával történik és ezeket a levegő bevezetés két oldalán helyezték el, pontosan ott, ahol a gáz sugarak a kemencébe lépnek és egymással körülbelül 90 fokos szöveget zárnak be. A két gáz sugar a levegő bevezetés tengelyében találkozik egy kissé a levegő bevezetésnek a kemencébe lépése után. Ily módon világító láng keletkezik, amelyik hasonlít az első pillangó-égők lángjára. (2. ábra)

A találkozási ponttól a láng stabil és fénye is kielégítő.

Ez a szerkezetünk már több éve tökéletesen működik. Véleményünk szerint azonban ez a megoldás az előbbivel szemben azzal a hátránnyal jár, hogy néhány centiméterrel hátrább helyezi a láng begyulladását, ami azt jelenti, hogy a hőmérséklet-görbén a legmelegebb pont valamelyest eltolódik.

Az előzőleg használt olajfúvóka szerkezete azonos volt és a gázüzemelésnél nem változtak a kemence működési feltételei.

Ki kell emelnünk azt a tényt is, hogy minden esetben az áttérés az egyik üzemanyagról a másik üzemanyagra úgy ment végbe, hogy nem kellett megszakítani a kemence termelését.

Az alábbi következő néhány számadat jól érzékelteti majd az elért eredményeket. Ezeket az eredményeket az egyik nemzetközi hírű ügyfelünknel értük el. Az üzemben öblösárut, poharat, tányért, tálcát stb. gyártottak, de másfajta árucikket is. Itt több kád kemence működik a csatlakozó egyéb berendezésekkel.

Az egyik kemencénél, melynek kádja 35 m² alapterületű, és napi termelése 70 tonna, vagyis 2 tonna/m², a két összehasonlított tüzelőanyagból, 1 kg húzott üvegre számítva — 0,248 m³ földgáz fogyott, átlagosan 8840 kcal/Nm³ fűtőértékkel, vagy 0,220 kg fűtőolaj 9760 kcal/kg fűtőértékkel. Tehát gyakorlatilag azonos eredményt kaptunk, közel azonos hibaértékkel a kalóriaértékre vonatkozóan. Ez az eredmény az elért átlagérték, amely hosszú üzemelés során mutatkozott.

2. Egyéb célú üvegipari gázfelhasználás

a) Az adagológépek fűtése.

Itt nem jelentkezik különösebb probléma, mert a gáz nemű üzemanyag ideális az adagológépeknél, másrészt pedig olyan műszaki megoldásúak ezek a gépek, hogy a földgáz alkalmazása semmiféle nehézséget sem jelent.

A termelés igen változó és attól függ, hogy milyen súlyú darabot kívánunk előállítani. A fentebb említett üzemben a termelés 2 tonna és 28 tonna között váltakozik 24 óránként. Egy adagológép földgáz fogyasztása átlagosan 14 Nm³/ó.

b) Hőkezelő kemencék.

Itt két megoldás vetekszik egymással: a közvetlen fűtés és a közvetett fűtés, ez utóbbinál a kemence tokos kivitelű. Utóbbiakat egyes olajféleségek és gázfejlesztőből kikerült nyersgáz kéntartalma miatt kell alkalmazni.

A Franciaországban forgalomba kerülő földgázban a kéntartalom kevesebb, mint 10 mg/1000 kcal/m³, tehát a hőkezelő kemencében ez veszélyt nem jelent, ennél fogva a kemencetok elhagyható, ami jelentős mértékben megnöveli a teljesítményt, amely egyes esetekben 25—50%-kal is javulhat.

A hőkezelő kemencék földgáz felszereléseiben bizonyos problémákat jelenthetnek a használt égőtípustól függően.

A falba épített égőknel rendszerint van tolóajtó is, amely kielégítő stabilizáló szerkezetet jelent. Ha azonban a fűtést a szállítószalag alatt elhelyezett keresztirányú tartókkal oldják meg, akkor itt lángstabilizáló szerkezeteket kell alkalmazni, mert a világító gáz égőkön ilyen nincs.

Az előbb említett üzem esetében a földgáz fogyasztás körülbelül 10—20 Nm³/ó a vékony termékeknél 500°C hőmérsékleten, és 33—40 Nm³/ó a vastag termékeknél 650°C hőmérsékleten.

A diszítések beégetésére szolgáló hőkezelő kemencéknél a probléma azonos, azonban az égéstermékek összetevőiből a CO és a H₂O hatást gyakorolhat a zománcokra és így vagy kemenceteket kell használnunk, vagy a sugárzó csövekkel történő fűtést kell előnyben részesíteni.

A körülbelül 700—720 °C-ig terjedő hőmérsékletnél a földgáz fogyasztás körülbelül 70—80 Nm³/ó.

c) Hevítés szabadlevegőn

Igen sok olyan műveletet ismerünk, amikor közvetlen lánggal történő melegítésről van szó és a földgáz használata bizonyos kényes problémákat támaszt. Itt ugyanis beleütközünk a gázok égési karakterisztikáiba, különösen pedig az okoz gondot, hogy igen csekély az ellobbanási sebesség.

A melegítési és égetési műveleteknél lokálisan erős fűtésre van szükség. A láng közvetlenül éri a munkadarab kis részét, és ezt gyorsan olvasztási hőmérsékletre kell hoznia anélkül, hogy a közvetlen környező részek deformálódását idézné elő.

Az itt alkalmazott égőknek az alábbi két követelménynek kell megfelelniök:

— stabil legyen a láng, és az égés nagy áramlási sebesség mellett menjen végbe.

— A lehető legnagyobb hőmérsékletű lángot kell elérni és a láng jól meghatározott méretei állandóak maradjanak egy adott teljesítmény mellett.

Tehát az itt használt égők alakját jól meg kell tervezni és lángstabilizáló szerkezeetről kell gondoskodni. Általában olyan segédlángokat alkalmaznak, amelyeknek a nyílásokon áthaladó sebessége jóval kisebb, mint a főláng sebessége.

Amennyiben erről nem gondoskodunk, a láng légellátása tökéletlen és lágy formát mutat a láng.

Rossz égő deformálja a munkadarabot. Itt feltétlenül szükséges a hegyes, kemény, dárdaalakú láng, hogy egy pontban tudja melegíteni a megmunkált darabot. A földgáz fogyasztása égősoronként 20—25 Nm³/ó a vékony munkadaraboknál, míg a vastagszélű, lapos, ovális vagy kerek termékeknél ez a fogyasztási érték 40 és 70 Nm³/ó között változik.

A fent közölt számadatok olyan korszerű üzemre vonatkoznak, amelynek évi termelése pohár, tányér és mindenféle salátás tálból meghaladja a 40 000 tonnát.

Következtetések

Általánosságban a kádkemencék fűtésére földgázt használó üzemek kielégítőnek tartják az általunk alkalmazott megoldást. Az a véleményük, hogy a gáz használata gazdaságosabb, mint az olajfűtés, ha figyelembe vesszük, hogy nem kell az olajat porlasztani, előmelegíteni, nem kell az égőket tisztogatni stb., sőt a tűzállóanyagok is hosszabb élettartamúak. Általában ötévenként kell nagyjavítani a tűzállóanyagokat, az olajfűtésnél szokásos négy év helyett.

Az általunk szerzett tapasztalatok szerint meggyőződésünk, hogy a földgáz jó minőségű, tiszta üzemanyag, összetétele állandó. Még az az előnye

is megvan, hogy a földgáz az üvegipari üzembe viszonylag nagy nyomással érkezik, ami nagyonis előnyös, mert nagynyomású égők alkalmazhatók.

Egy hátrányát mégis meg kell említenünk: a lángok földgáztüzelésnél nem elég elevenek ahhoz, hogy a kemence termelésében hirtelen változtatásokat eszközölhessünk, mint ez az olajfűtéssel lehetséges.

Mindenesetre a földgáz ára versenyképes (az olvasztásban) az olajfűtéssel szemben, és Franciaország valamennyi üzeme, amely évek óta használja a földgázt, igen elégedett ezzel a tüzelőanyaggal. Ezt tartják ideális tüzelőanyagnak.

Mindenekelőtt igen fontos, hogy jól megismerjük a földgázt, megtanuljuk helyes alkalmazását, az égők beállítását stb. Valamennyi hővel működő berendezésnél az égők a legfontosabb alkatrészek. Ha rossz az égő, rossz lesz a teljesítmény is.

Az is lényeges, hogy — amennyiben csak lehetséges — a kemence geometriai alakját is a gázfűtéshez igazítsuk, ha valóban más tüzelőanyagokkal azonos teljesítményt akarunk elérni.

Ma már iparilag bebizonyított tény, hogy amennyiben egy kádkemencében világító lángot biztosítunk, a láng jól befedi az egész fűrdőt és az égés a kemence olvasztóterében befejeződik, a teljesítmény és kihozatal azonos a folyékony üzemanyagokkal elért eredményekkel, ami egyben biztatás arra, hogy tovább javítsuk ezeket az eredményeket.

Leblanc, P.: A francia üvegyártás és a földgáz

A nagyhozamú földgázfeltárások előtt a francia üvegipar nagy fűtőértékű gázt csak az olvasztott üveg további feldolgozásában használt. Az üveg olvasztása során az olajtüzelés bevezetése jelentett nagy előhaladást. A Lacq-i földgázmező feltárása nyitotta meg a földgáz-felhasználás útját az üvegiparban. A földgáz az üvegiparban megfelelő és gazdaságos tüzelőanyagnak bizonyult. Franciaországban a földgáz ára versenyképes az olajával. Fontos, hogy megismerjük a földgáz tulajdonságait és helyesen alkalmazzuk az ismertetett példák szerint. Igen lényeges, hogy a kemence tűzterének geometriai formáját a földgáztüzeléshez igazítsuk és megoldjuk az önkarburálós gázélegést.

II. Лебланк: Производство стекла во Франции и вопрос применения природного газа

В период перед открытием богатых месторождений природного газа французская стекольная промышленность использовала высоко-калорийный природный газ только при дальнейшей переработке расплавленного стекла. Большим шагом вперед в области стекловарения было внедрение мазутного топлива. Открытие месторождения природного газа в Лаки открыло возможности для использования последнего в стекольной промышленности. Для стекольной промышленности природный газ является подходящим и экономичным топливом. Во Франции цена природного газа выдерживает соревнование с мазутным топливом. Очень важным является значение свойств природного газа и его правильное применение, согласно приводимым статьям примерам. Исключительную роль играет также правильное оформление геометрической формы огневой части печи, применительно к природному газу, а также разрешение вопроса само-карбуратного сжигания газа.

Leblanc, P.: Glaserzeugung und Erdgas in Frankreich

Bevor man die Fundorte reichen Ertrags aufgeschlossen hat wandte die französische Glasindustrie Gase großen Heizwertes nur bei der Weiterverarbeitung der Glasschmelze an. Auf dem Gebiet des Schmelzens

vom Glas bedeutete die Einführung der Ölföhrung einen nennenswerten Fortschritt. Die Erschließung des Erdgasfundortes von Lacq eröffnete den Weg des Anvendens vom Erdgas in der Glasindustrie, was sich als brauchbar und wirtschaftlich erwies. Der Preis des Erdgases ist in Frankreich mit dem des Öls konkurrenzfähig. Die Wichtigkeit der Eigenschaften des Erdgases wird betont, auf die richtige Anwendungsweise wird aufgrund von Beispielen hingedeutet. Auch ist es wesentlich die geometrische Form des Heizraums vom Ofen den Zwecken der Gasheizung entsprechend auszugestalten und die Selbstkarburierung des Gasverbrennens zu lösen. (S. G.)

Leblanc, P.: The French Glass Industry and Natural Gas

In the past the French glass industry has used natural gas to a limited extent only for the refining of molten glass, while glassmelting kilns were fuelled mainly by oil. The discovery of the Lacq natural gas deposit, however, has changed the situation: now natural gas is an economic fuel for glass melting being competitive with oil. Some problems discussed in this paper include the assessment of the geometrical shape of the kiln and the solution of self-carburating combustion; all problems can be solved by the detailed recognition of properties of natural gas only.

Hozzászólások Leblanc, P.: A francia üvegyártás és a földgáz című előadásához

Godó Lajos (Orosházi Üvegyár)

Leblanc előadása az orosházai üvegyár keresztlángú, földgáztüzelésű üvegolvasztó kád kemencéi vonatkozásában is igen érdekes. Azt hallottuk, hogy a Francia Metán Vállalat javaslata szerint a keresztlángú kád kemencék égőfejeibe — a regenerátor kamrák és az olvasztótér szűkített csatlakozásába — két oldalról vezetik be a gázt. Orosházán és sok külföldi kemencében viszont az égőfeje alul helyezik el a gázfűvókát; miként az az U-lángú kemencéknél szokásos, mert a karbantartás egyszerűbb.

Orosházán nemcsak az egyszerűbb karbantartás miatt választották az alsó gázbevezetést, hanem a 3500 kcal/Nm³ fűtőértékű és 60—62% CO₂ tartalmú földgáz miatt is. Ezt a gázt a gázszolgáltató vállalat 2800 kcal/Nm³ fűtőértékű és 8500 kcal/Nm³ fűtőértékű gáz keverésével állítja elő. A kétféle alapgáz és a kevert gáz összetétele:

Fűtőérték, kcal/Nm ³	2800	8500	3500
Összetétel			
CH ₄ , %	25,89	87,73	33,48
C ₂ H ₆ , %	2,61	1,83	2,61
C _n H _m , %	0,79	3,58	1,13
CO ₂ , %	68,50	3,35	60,41
N ₂ , %	2,21	3,51	2,37
O ₂ , %	0,00	0,00	0,00

Az alkalmazott gáz összetételéből látszik, hogy elégeése során nagy hőmérsékletű, jól világító, üvegolvasztásra optimális láng nem várható. A nagy inert-tartalom miatt égési sebessége is kicsi, 5—6 cm/sec. Ha nem világító lánggal tüzeljük el a 8500 kcal/Nm³ és a 3500 kcal/Nm³ fűtőértékű gázt, akkor 1500°C-on az utóbbi gáz lángja 6%-kal jobban sugárzik.

A fenti nehézségek miatt több kísérlet folyt külföldi vállalatok bevonásával a leghatékonyabb tüzelés elérésére. A jelenlegi tüzelőberendezés Körting típusú égők továbbfejlesztésének eredménye. A fűvókát úgy alakítottuk ki, hogy kilépési impulzusa és kiáramlási kúpszöge szabályozható legyen. Nagyobb impulzust és kisebb kúpszöveget állítunk be a beolvasztó szakaszban. Az ilyen láng jobban ráfekszik a még meg nem olvadt keverékre, mint a kisebb impulzusú lágy láng, amilyenél a kád pihentető szakaszát fűtjük.

Az előbbi beállítással dolgozó zöld palacküveget olvasztó kád 3500 kcal/Nm³ fűtőértékű gázzal 1450 kg/m² 24 ó teljesítményt ad.

Az említett eredményeket hosszú kísérletek előzték meg, melyekből a következő tanulságot lehet levonni.

Keresztlángú égőknek egy optimális befutási impulzusuk van, melynek túllépése a kemence jelenlegi kialakítása mellett nem előnyös. Nagyobb impulzusú égők a kádban helyileg átmelegítik az üveget és a termék minősége romlik. A jelenlegi kemencéket korábban generátorgázra empirikusan fejlesztették ki, tehát tüzeléstechnikailag is utánozni kell a generátorgáz lángját.

Célszerűbb azonban a kemencéket a földgáztüzelésnek megfelelően áttervezni és átépíteni.

Hosszú Zoltán (Sajószentpéteri Üvegyár)

Igen nehéz helyzetben van a hozzászóló, amikor egy ilyen értékes előadást kellene kiegészítenie. Éppen ezért erre nem is vállalkozom, ehelyett engedjek meg, hogy a földgáztüzelés néhány hazai tapasztalatát ismertessem, melyeket 1964. évtől, a földgáztüzelésre való áttérés óta szereztünk.

Elsősorban összehasonlításként ismertetném a hajdúszoboszlói földgáz összetételét:

Metán	91,94 %
Széndioxid	0,60 %
Nehézszenhidrogén	4,73 %
Oxigén	0,10 %
Nitrogén	2,63 %
Fűtőérték	8787 kcal/Nm ³
Elméleti levegőmennyiség	9,755 Nm ³ /Nm ³
Elméleti füstgáz mennyiség	10,787 Nm ³ /Nm ³
Elméleti égéshőmérséklet	2017°C

A generátorgázról földgáztüzelésre való átállásakor gyárunkban — sajnos — a kemencék tervezésénél és építésénél csak a már meglevő hutaépülethez lehetett alkalmazkodni. A tervezett 4 db 48 m²-es, keresztlángú regeneratív kemence 5 m széles káddal épült meg. P. Leblanc úr kihangsúlyozza előadásában a kemence mértani alakjának és az égők kialakításának fontosságát, tekintettel a metán égési sebességére.

A mi esetünk is bizonyította e megállapítás helyességét, ugyanis a kemencék üzeme az angol

Urquhart cég által szállított égőkkel sem volt kielégítő. Bár az égők a KGM Tüzeléstechnikai Intézet Lángvizsgáló Állomásának mérései alapján mindazon követelményeknek megfeleltek, amelyekre a cég garanciát vállalt, mégsem nyújtotta a kívánt eredményt. Megállapításunk az volt, hogy a tűzfej kiképzés miatt csak az égőszáj alá beépíthető égőkövek nyílásainak kialakítása (melynek megváltoztatására csak komoly, az egész kemencére kiterjedő konstrukciós változtatás esetén lett volna mód) nem megfelelő és így a láng alakját és színét nem az égő, hanem az égőkő szabta meg. A termelést kielégítő hőterhelés esetén az erősen világító (néha kormozó) láng megnyúlt és a lehuzati oldal égőszájában, sőt regeneratív kamráiban is látható volt.

A láng hosszának csökkentésére egyik felújításra kerülő kemencénk kínált lehetőséget. Elgondolásunk az volt, hogy ha az előzőekhez képest tűzfejenként nem kettő, hanem három fúvókán visszük be ugyanazt a gázmennyiséget, úgy a lángnak rövidülnie kell. Kísérletünk nem járt eredménnyel. Az égés a regenerátor kamrában fejeződött be, ugyanis a tűzfej nem megfelelő módosítása miatt a keveredés teljesen leromlott.

Minthogy tartani kellett a folyamatosan üzemelő kemence rácsstégláinak összeolvadásától, megkíséreltük a lánghossz csökkentését a gáz kilépési sebességének fokozásával (300 m/sec). Eredményként szintelen lángot kaptunk, melynek sugárzó-képességének csökkenése miatt csak a hőterhelés fokozásával, de sikerült a kemence termelését biztosítani.

Ezen szintelen láng helyzetének ellenőrizhetetlensége a kemence élettartamában a boltozat leolvastásával komoly csökkenést okozott.

Későbbi kemencefelújításoknál — figyelembe véve az előző tapasztalatokat — a jobb keveredés elérése céljából a fúvókák helyzetét változtattuk meg, a tűzfej megfelelő kialakításával. Ezzel sikerült az előzőekhez képest aránylag jó üzemet biztosítani, viszont ennél a megoldásnál már Urquhart égő beépítésére mód nem volt, tehát egy újabb fúvókátípust szereltünk fel, mellyel sikerült egy széles, lapos, világítómaggal rendelkező lángot elérni. A fúvókák számát egyidejűleg szükségesnek láttuk csökkenteni (tűzfejenként 1 db), mert ennél is, és minden előző megoldásnál a szállópor a lehuzati oldalon és az égőkő szájában megolvadt és feltorlódása esetén a lángot a boltozat felé irányította. A gyakori tisztítás viszont nem biztosított stabil, egyenletes üzemet.

Kísérleti üzemünk megépülése lehetővé tette egy U-lángú kemence (20 nm²-es) megépítését, ahol a metán lassú égéséből következő hosszú láng még előnyös is. Ennél a kemencénél a problémát továbbra is az égőkő nyílások eltömődése okozza.

A következőkben kemencéinket előreláthatólag rekuperátorral és kettős boltozattal fogjuk megépíteni, itt ugyanis könnyebb a láng kialakítása és a tüzelés-váltás elmaradása megszünteti az égőkövek eltömődését.

Reméljük, hogy e kemencetípussal az eddig elért 1450 kg/m² fölé is tudjuk emelni az olvasztási teljesítményt a 2300 kcal/kg üveg fajlagos felhasználás csökkentése mellett.

PJOTR PETROVICS BUDNIKOV

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Elnöksége és az Építőanyag Szerkesztősége gyászoló szívvel közli a lap olvasóival, hogy 1968. december 6-án, Moszkvában 84 éves korában elhunyt Pjotr Petrovics Budnikov akadémikus, egyetemi tanár, a Szovjetunió hőse.

Budnikov professzor halála minket, magyar szilikátos szakembereket is fájdalmasan érint, hiszen több szilikátipari konferencián is jelen volt, nagysikerű előadásokat is tartott. Személyes barátunkként tisztelhetjük az elhunytat; de még ennél is nagyobb volt az a hatás, melyet könyvei, szakcikkei fejtettek ki a magyar szilikátkémikusok és szilikátechnológusok egész nemzedékére. Hosszú élete során Budnikov professzor a fizikai kémia, a szilikátkémia és a szilikátechnológia számos területén alkotott maradandót. Orosz és

idegen nyelveken több mint 900 közleménye, szakcikke, könyve és tanulmánya jelent meg. Folyóiratunkba, az Építőanyagba, 15 cikket írt (ezek részletezését lásd *Építőanyag* 19, 453. oldal, 1967); szerkesztésre előkészített állapotban van továbbá a 16. cikk, mely ez év során fog megjelenni az Építőanyagban. Sajnáljuk, hogy ennek megjelenését már nem érthette meg! Súlyos betegségében, élete utolsó napjaiban azonban bizonyára örömet okozott neki, mikor megkapta az elmúlt évben magyarul megjelent könyvének (Budnikov, P. P.—Ginsztling, A. M.: Szilárd fázisú reakciók, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968) szerzői tiszteletpéldányát.

Emlékét kegyelettel megőrizzük!

—tf—

A mészégető akna- és forgókemencék energetikai összehasonlítása*

VASADI FERENC
Vegyigép Tervező és Fővállalkozó V.

A mészipar világszerte termékeinek mennyiségét és minőségét fokozni, a választékot bővíteni kényszerül; ugyanakkor az energiafélésegek — elsősorban a tüzelőanyag felhasználás — továbbá a munkaerők, a beruházási és üzemeltetési költségek csökkentésének igénye jelentkezik. Néhány olyan adatot említek, melyek jól szemléltetik a mésziparnak a korábbiakhoz képest állandóan növekvő jelentőségét. A világ mésztermelése a közelmúltban már meghaladta az évi 80 millió tonnát, amihez közel 200 millió tonna kő (mészkő) kitermelése volt szükséges, az égetéshez pedig kb. 10 millió tonna fűtőolajnak megfelelő tüzelőanyagmennyiséget használtak fel. Figyelemre méltó ezen kívül a kb. $1,6 \times 10^6$ MW ó évi elektromos energia fogyasztás is. Ismeretes, hogy számos ország mésziparának az utóbbi évtizedben tapasztalt gyors fejlesztése elsősorban a vegyipari és az acélipari növekvő termelésével, minőségi mészigényével magyarázható.

Az építőipar, mint mészfogyasztó az előbbiekhöz képest most már csak másodrendű jelentőségű, bár ezen a területen is az utóbbi években új, nagyobb követelmények jelentkeztek. Így tehát a mészipar meglevő üzemében a hosszú időn át megszokott technológiai eljárásoknak változniuk kellett, az újabb berendezések teljesítőképességével, gazdaságosságával szemben pedig szigorúbb előírások érvényesültek.

1. A mészművek telepítése

Elsőrendű szempont nyilván az, hogy az égetéshez megfelelő kő kellő mennyiségben és elfogadható önköltséggel álljon rendelkezésre, továbbá a kőbánya, a mészmű, valamint a felhasználási hely közötti szállítás gazdaságos legyen. Feltétel még az energiafélésegek és a megfelelő létszámú munkaerő folyamatos biztosítása. Figyelembe veendő ezen kívül az adott helyen esetleg már működő létesítmények (pl. cementgyár) vagy régebbi mészke-mencék.

Alapvetően háromféle módon települhet a mészmű. A gyakoribb — elsősorban külföldi berendezéseknél — amikor a művet saját kőbányája közelében különállóan létesítik, de előnyös lehet felépítése — amit hazai iparvezetésünk követ — közepes, vagy nagyteljesítményű cementgyár területén, annak egyik üzemrészeként. E két telepítési módnak előnyeit és hátrányait vizsgálva egészen általánosságban az mondható, hogy azonos kemencetípust és teljesítményt feltételezve a cementgyárral együtt felépített mészmű — főként a mészkő gazdaságosabb termelése és a közös kiszolgáló üzemek miatt — a különállóan telepített képest kb. 10—15%-kal kisebb költséggel létesíthető. A harmadik eset, mikor a mészmű a terméket fel-

használó technológiai folyamatba illesztve működik (karbidgyártás, cukoripar, szódagyártás stb.), ilyenkor a mészkövet rendszerint idegen kőbányából biztosítják.

Az építendő berendezések teljesítménye — elfogadható gazdaságosság mellett — eléggé tág határok között választható. Pl. egy meghatározott fogyasztható körzet kielégítésére — főként hegyvidéki telepítés, vagy közlekedési problémák esetén — gazdaságos lehet már a 80—100 t/nap teljesítményű egyszerű berendezés is. Ismerünk viszont olyan 2500 t/nap kapacitású külföldi mészművet, ahol a nagymennyiségben keletkező és meddőhányószállított aprókő miatt a kemencekő termelési költségei magasak, az állandóan növekvő meddőhányó elhelyezése problematikus. Csak példaképpen idézem az USA mésziparának — mely a világtermelés 25%-át produkálja — üzemi teljesítmény megoszlását az 1. táblázatban. Látható, hogy az egy telephelyen felépített mészművek nagyobb része 100 000—200 000 tonna/év közötti kapacitású, az e fölöttiek a termelésnek egyenlőre csak 10—15%-át képviselik.

1. táblázat
Az USA mészműveinek teljesítmény szerinti megoszlása (1964. év)

Teljesítmény- kategóriák (t/év)	A működő mészművek		
	db- száma	összteljesít- mény (t/év)	%
< 10 000	30	21 000	1,5
10 000— 25 000	33	61 800	4,2
25 000— 50 000	44	1 390 000	9,5
50 000—100 000	43	3 150 000	21,6
100 000—200 000	54	7 304 000	50,0
> 200 000	6	1 932 000	13,2
Összesen ...	210	14 604 000	100,0

A telepítéssel kapcsolatban mérlegelendő az égetésre kiválasztott kő minősége, melynek megítélésénél a kémiai összetétel, annak egyenletessége, a gazdaságos jövesztés és kőelőkészítés, az égetési tulajdonság nyilván elsőrendű szempont, de gondosan vizsgálandó a kőbe zárt és felületére tapadt meddőanyagok, szennyeződések mértéke és összetétele is. Ezen meddő eltávolítása egyrészt a kemenceüzem folyamatossága, másrészt a megfelelő termék minőség szempontjából mindig kifizetődőnek bizonyul. Csak a tiszta, jól választott kővagyon és a gondos jövesztés teheti feleslegessé a kétségtelenül drága, számottevő energiaigényű kőtisztító

* A Szilikátipari Energiagazdálkodási Konferencián 1968. IX. 26-án elhangzott előadás.

berendezést, mely a tapadó agyagszennyeződések-nél mosóberendezés, sovány anyagok és vízellátási problémák esetén száraz tisztító dob lehet.

2. Termékminőség és választék

A korábbiakhoz képest a mészművek termékei-nek értékelése lényegesen megváltozott. A mész-nek és mészhidrát-nak, mint vegyipari alap- és ko-hászati adalék anyagnak, valamint építőipari kötő-anyagnak a korábban követelt és fokozatos szigorított minőségi paramétereken túl esetenként már olyan előírásoknak is meg kell felelnie (pl. gáz-szilikátblokk gyártásnál) amikor szabályozott, meghatározott tűrés értéken belüli reakció képes-séget (sebességet) követelnek. Megjelenési formá-jával (darabos-, örölt-, kevert mész) úgyszintén a piac minden igényét ki kell elégítenie. Azzal, hogy a fogyasztók elsősorban vegyipari és kohászati meszet keresnek, az építési mész-nél eddig megszokott minőségi jellemzők módosultak, az újabb kül-földi szabványokat tanulmányozva látható, hogy esetenként a mészben már 90—94% CaO, max. 0,5—2% maradó CO₂, max. 1,5—2% R₂O₃ és max. 0,03% SO₂ tartalmat írnak elő.

Ezt nyilván a megfelelő nyersanyag befolyásolja elsősorban, a mész CO₂ tartalmát, plaszticitását, reakció sebességét és részben SO₂ szennyeződését már csak a korszerűen tervezett és megfelelően üze-meltetett égetőberendezésben szabályozhatjuk. Egyre inkább a termék magas kiégetési foka a kö-vetelmény, azaz a 756 kcal/kg mész elméleti hő-igény megközelítésére kényszerülünk és ha figye-lembe vesszük, hogy a kemencék összes fajlagos hőigénye a típustól függően 850—1200 kcal/kg mész érték között számít korszerűnek, látható, hogy a szükségszerűen előálló veszteségek — első-sorban a füstgáz és falvesztéség — alacsony szinten tartása rendkívül komoly feladatot jelent a konst-ruktőrök számára. Hasonló a helyzet a mésztermé-kekkel, pl. a mészhidrát-tal kapcsolatban, ennél ismeretes olyan szabvány, amely többirányú szigorú követelmény mellett a szemcseszerkezetet R_{0,044} = 1,5% értékkel határozza meg.

A mészművek termékválasztéka egyrészt az igé-nyekből, másrészt azon természetes törekvésből

adódik, hogy a kőelőkészítés, mészégetés és mész-feldolgozás közben képződő melléktermékeket le-hetőleg maradéktalanul felhasználják. A kemencé-ből kihúzott darabos mész közvetlen elszállítására már csak egyes felhasználó technológiák esetében kerül sor, a poralakban zsákolva, vagy ömlesztve szállított finommész és mészhidrát egyre nagyobb keresletnek örvend. Ez annál is inkább érthető, mert ezek értékesebb, egyenletes minőségű termé-kek, a felhasználás helyén pontosan és automati-kusan adagolhatók. Lényeges előnyük még, hogy zsákolva, az előírások betartásával, 3—12 hónapig tárolhatók, így a kemencék folyamatos termelése és a kampányszerűen jelentkező felhasználási és el-szállítási igény közötti különbségek jól kiegyenlít-hetők. A korszerű mészmű felkészül arra, hogy a karbonátos, oxidos és hidroxidos termékeket örölve, esetleg a kívánt arányban keverve a fogyasztóknak — elsősorban a mezőgazdaság számára — kiszállít-hassa. Kétségtelen, hogy a hidrátelőállítás kb. 14—17 kWó/t a mészörlés pedig kb. 18—23 kWó/t több-letenergiát igényel, azonban ezen berendezések in-vesztíciója és energiafogyasztása révén új, jó áron értékesíthető termékekhez juthat a mű, a növekvő igények folytán gyors amortizációra lehet számí-tani.

3. Mészégető kemencék

A kemenceszerkezetek az egyszerű aknákból és kőrkemencékből kiindulva az elmúlt évtizedek so-rán lényegileg két irányban, az akna és forgóke-mence felé fejlődtek és ma is ezen két kemencetípus dominál. Ugy becslöm, hogy a világ mésztermel-ésének kb. 60%-át a különféle rendszerű aknake-mencék szolgáltatják, a többi 40%-on elsősorban a forgókemencék, egyéb különleges mészkemencék, valamint a már korszerűtlenné vált kemencetípu-sok osztoznak. Érdemes összehasonlítani a két leg-fontosabb kemencerendszer fő paramétereinek vál-tozását, mely az utóbbi 10 év gyors fejlődését szem-lélteti (2. táblázat).

Láthatóan növekedett a kemencék tényleges és fajlagos teljesítménye és bár lényegesen fokozódott az égetés sebessége, javult a mész minősége, csök-kent ugyanakkor a fajlagos energiaigény. A szer-kezetek természetes technikai fejlődésén kívül alap-

Akna- és forgókemencék jellemző paramétereinek változása

2. táblázat

	Mérték	Aknakemence		Forgókemence	
		1958	1968	1958	1968
Kemence teljesítmény	t/24 ó	25—120	40—300	100—400	200—1200
Mész kiégetési foka	maradék CO ₂ %	6—15	0,5—6	4—8	0,5—4
Kemencék fajlagos teljesítménye	t/m ² · 24 ó	3—10	10—30	—	—
	t/m ³ 24 ó	—	—	0,4—0,5	0,7—1,1
Fajlagos hőfogyasztás	kcal/kg mész	950—2000	870—1300	1500—1900	1150—1500
Fajlagos elektromos energiaigény	kWó/t	2—15	5—25	16—30	18—28
Fajlagos gépsúly (fal nélkül)	t/t/24 ó	1,6—1,8	1—1,4	2,0—2,8	1,5—2,2

Kemencerendszer	Mészke szemcse méret	Jellemző teljesítmény határok	Fajlagos teljesítmény		Fajlagos hőfogyasztás, 6	Fajlagos elektromos energiaigény	Becsült beruházási index szám	Alkalmazható tüzelőanyag fajta
			keresztmetszet	hasznos térfogat				
	mm	t mésh/24 ó	t/24 ó m ²	t/24 ó m ³	kcal /kg mésh	kWó/t mésh	7	
<i>Függőleges anyag- és gázáramlású kemencék</i>								
1.1 ellenáramú típusok								Darabos szén $F_{min} = 4500$ kcal/kg
1.1.1 Egyszerű rostélyos kemencék	50—300	15— 50	4— 6	0,25—0,35	1700—1900	3—7	3—4	
1.1.2. Gázgenerátorral összeépített típusok								Generátorszén (kcal/kg) $F_{min} = 6000$ $F_{min} = 2000$
Azbe-féle típus (CO ₂ recirk)	30—150	50—200	12—16	0,7—1,0	1100—1250	17—19	1,3—1,4	
Magyar (VTFV) típus (meleggáz)	1	30—150	11—13	0,6—0,7	1250—1350	15—17	1,2—1,3	
1.1.3. Olaj v. gáztüzelésű kemencék								
Urquhardt (angol) típus	50—150 1	40—120	10—13	0,6—0,7	1200—1300	16—18	1,1—1,15	3
Catagas (angol) típus	75—125; 125—200	50—120	18—20	0,9—1,0	1070—1230	13—15	0,8—0,9	4
Magyar (VTFV) típus	30—150 1	30—150	12—15	0,7—0,9	1000—1200	15—18	1	3
1.1.4 .Kever (koks) tüzelésű típusok	80—200	60—300	10—14	0,6—0,8	880— 950	4—9	0,7—0,8	Koks $F = 6500$ kcal/kg
1.2. Ellen- és egyenáramú típusok								
1.2.1. Beckenbach-féle (NSZK) gyűrűalakú égetőtérrel	40—100	40—100	15—18	0,8—1,0	950—1100	16—17	1,1—1,2	3
1.2.2. Balázsovcics-féle (magyar) injektoros recirkulációval	50—150 1	30—150	12—15	0,7—0,9	950—1050	14—16	0,95—1	3
2. Ferdeaknás ellenáramú típusok								
Beckenbach-féle típus (NSZK)	10— 60	60—150	20—26	0,8—1,1	950—1050	16—17	1,2—1,3	5
3. Függőleges anyag- és vízszintes gázáramlású kemencék								
Siemens—Heiligenstaedt-féle keresztáramú típus	10 —70	40— 90	18—20	1,2—1,4	1020—1150	16—19	1,2—1,35	3
4. Váltott áramlású két vagy többaknás kem. MAERZ-féle egyenáramú regeneratív típus	25— 50 25— 90 50—150	70—200	22—28	1,5—2,5	900—1050	15—18	1,4—1,6	3

1 Két frakcióra osztva

2 A generátor hatásfokkal együtt értendő

3 Gáz vagy olaj-gáztüzelés

4 Közvetlen olajtüzelés

5 Gáz vagy olaj-gáz, illetve koks + olaj-gáz vagy gáztüzelés

6 A kő CaCO₃-tartalma 96—98%, a méshben a maradó CO₂-tartalom max. 5%, a kemencébe vitt tüzelőanyagra számítva, járulékos (gőz, levegő) energiaigény nélkül

7 Bázisérték a 150 t/24 óra teljesítményű olaj-gáztüzelésű magyar kemencetípus. A viszonyszámok a méshkemencék azonos terjedelmű ajánlati súlyaira és az átlagos világpiacon árai utalnak, természetesen csak tájékoztató összehasonlításként

vető szerepe volt ebben annak, hogy a mészművek korábban szilárd tüzelőanyagot elsősorban kokszot igényeltek, azóta pedig rohamosan nőtt a szénhidrogén féleségek, a fűtőolaj és földgáz felhasználása a kemencék tüzelésére. Utóbbiak fajlagos ára a leg-
alacsonyabb, pl. a földgáz csak kb. harmadát teszi ki a koksz és kb. felét a generátorgáz árának, a fűtőolaj pedig csak valamivel drágább a földgázhoz képest. További előny, hogy a szénhidrogén féleségeknek állandó a fűtőértékük, gyakorlatilag szennyeződés (hamu) mentesek, alacsony kéntartalmúak, tárolásuk egyszerű, vagy nem is szükséges. Az olaj és gáztüzelő berendezések jól szabályozhatók, könnyen automatizálhatók, így biztosítható az állandó minőségű, szennyeződésmentes, valóban kiváló termék előállítása a kemencékben.

Rendelkezésre állnak tehát a beruházók számára a korszerű technológiai megoldások, a különféle típusú kemencék, általában olaj- vagy gáztüzelésre, mert a még felhasznált szilárd tüzelőanyagot, vagy jó hatásfokkal elgázosítják, vagy pl. a koksz bázisra már csak ott építenek új kemencéket, ahol a mű meglevő égetőberendezéseit is ezzel üzemeltetik és ára a felhasználás helyén versenyképes lehet a szénhidrogén-féleségekhez képest.

3.1 Aknakemencék

A fontosabb típusokat és azok jellegzetes paramétereit a 3. táblázat mutatja.

Ezek közül még ma is számottevő jelentősége van a kevert (koksz) tüzelésű kemencéknek (1.1.4) annak dacára, hogy a koksz egyre emelkedő ára az önköltségi mutatókat már olyannyira rontja, hogy pl. az NDK-ban és Csehszlovákiában megkezdtek a kemencék átépítését olajtüzelésre. Ez ugyan többletenergiaigénnyel jár, de az így korszerűsített kemencék összgazdaságosságban és hosszabb távlatban többet nyújtanak mint a koksz kemencék. Mint a táblázatból látható, minden más kemencéhez képest a koksz tüzelésnél legalacsonyabb az energiafogyasztás, valamint a beruházási és egyéb üzemköltség, nagy egységenkénti teljesítmény és teljesen automatikus üzemeltetés is biztosítható. Hátránya viszont, hogy a mészminőség — főként a rövid koncentrált tűzzóna okozta magas égetési hőmérséklet és a termékkel keveredő koksz hamu miatt — elmarad az újabb kemence-típusok terméke mögött. További hátránya a nagy darabos mészkeigény és a kemence nehézkes indítása, szabályozása. Becslésem szerint világszerte évi 30—32 millió tonna mésztermelési kapacitást képviselnek. A koksztüzelésű kemencéknek jövője csupán a kohászati és azon vegyszeti és élelmiszeripari üzemekben van, ahol a mészben kívül a mészkemencék CO₂ dús füstgázait is hasznosítják.

Az egyszerű rostélyos kemencéket (1.1.1) — bár nálunk még most is kb. 150 000 t/év kapacitást képviselnek — nyilván a legsürgősebben leállítva új korszerű berendezésekkel kell pótolni.

A magyar tervezésű generátorgáz tüzelésű kemencetípusból (1.1.2) — mely 2000—4000 kcal/kg fűtőértékű szénrel is tüzelhető — összesen 16 kemence egységet 5 berendezésbe építve helyeztünk külföldön üzembe és megfelelő gazdaságossági paramétereket sikerült elérni.

Kétségtelen az Azbe-féle CO₂ recirkulációs típus nagyobb fajlagos teljesítménye és kisebb hőfogyasztása a gőzigény elmaradása folytán, azonban drágább, bonyolultabb felépítésű berendezésről van szó, gazdasági előnyei csak 6000 kcal/kg fűtőértékű szénféleségek felhasználásánál mutatkoznak.

Az olaj- vagy gáztüzelésű kemencék (1.1.3) rendkívül változatos szerkezeti megoldásokkal készülnek. A magyar kemence típusból 16 kemenceegység (5 berendezés) épült, a ténylegesen elért paraméterek — különösen a földgáztüzelésű változatnál — gazdaságos működésről tanúskodnak. Olajtüzelés alatt itt egy a kemencével közös-terű előkamrában gőzzel, vagy préslevegővel porlasztott olajköd maradéktalan kb. 98% hatásfokú gázosításával (termikus bontásával) előállított kb. 800—1000°C hőmérsékletű, kb. 2000 kcal/Nm³ fűtőértékű olajgáz eltüzelését értjük. A porlasztás és a gázosító kamra rendszerén és kialakításán múlik nagyrészt a kemencében áthaladó termék egyenletes és jó hatásfokú kiégethetősége. Figyelmet érdemel a Catagas rendszerű kemencetípus, ahol a kedvezően alacsony energiafogyasztást a gőzigény nélkül működő, közvetlen párologtatásos olajgáz tüzeléssel érik el.

Előbbiek javított típusai az ellen- egyenáramú kemencék (1.2) ahol energiamegtakarításon kívül — ami a nagy hőmérsékletű füstgáz recirkulációból is adódik — azon előnyt biztosítjuk, hogy az égetőzónában a karbonátbontás elején ellenáramú, az égetési hőmérséklet szempontjából kritikus zónaszakaszban egyenáramú melegítést végzünk, így az egyenletes lágy égetés és a kis CO₂ maradék a mészben könnyebben elérhető.

Néhány évvel ezelőtt jelentek meg a ferde-, kereszt- és váltott áramlású aknák, a táblázatban 2., 3., és 4. jelzésű kemencetípusok, melyek fajlagos-teljesítmény és energiafogyasztás szempontjából kétségtelenül sokat ígérnek, korszerűek, de feltétlenül nagyobb beruházási költséggel és kezelési igénnyel kell ezeknél számolnunk, mint az 1. alatti típusoknál. Kiemelkedően jó paramétereket említenek a MAERZ-féle váltott áramlású aknakemencékkel kapcsolatban. Bővebb ismertetésük a szakirodalomban már többször is megjelent.

Természetszerűleg az aknakemencéknek csupán jellegzetes típusait említhettem. A jövőben a koksz kemencék mellett a táblázat 1.1.3, 1.2, valamint 2., és 4. jelű típusainak elterjedésével számolhatunk, kiemelve azt, hogy mészégető aknakemencék tüzelésére minden szempontból legelőnyösebb a földgáz felhasználása.

3.2 Forgókemencék

Sok évtizeddel ezelőtt már ismert, viszonylag nagy-teljesítményű mészégető berendezések a forgókemencék, elsősorban az USA-ban olajtüzeléssel működnek és ezekben aprószemcséjű, jó minőségű meszet égetnek, igaz, hogy magas fajlagos hőfogyasztás (kb. 1800 kcal/kg) mellett. A ma korszerűnek ítélt típusokat a fontosabb összehasonlító adataikkal együtt a 4. táblázatban tüntettem fel.

Alapteljesítményként a ma még korszerűnek ítélt 300 t/nap értéket választottam. Természetszerűleg az egyértelmű összehasonlítást csak

		Forgókemence I									
		Főméret		D/L viszony	invesztált elektromos energiaigény	fajlagos teljesítmény (hasznos belső átmérő)	Súly		összehasonlító beruházási index szám		
		lemez- test	hossz	lemez- test			gépészet	falazat			
										falon belül	falon belül
I.	Hosszú forgókemence egyszerű beépítménnyel az előmelegítő zónában (Fr. Krupp. NSZK) 6	3150 2650	100	31,8 37,8	183	54,7	564	590	1,28		
II.	Rövidített forgókemence rostélyos előmelegítővel	3200	85	26,5	98	52,5	477	420	1,18		
	a) Egyszeres réteg áthaladással (Polysius, NSZK) 7	2700		31,5							
	b) Kettős rétegű rostély anyagrecirkulációval (MIAG) 7	3200 2700	65	20,3 24	68	52,5	357	325	0,73		
III.	Rövidített forgókemence aknás előmelegítővel 3 7	3500 3000	110	31,5 36,6	187	56,5	735	800	(1,82)		
	a) Ellenáramú ejtőlépcsős akna gravitációs anyagátszórással (WEDAG, NSZK)										
	b) Ellen- vagy vegyesáramlású akna, ferde álló rostélyon fekvő anyagréteg előmelegítésére (magyar VTFV típus) 7	3300 2800	70	21,2 25	65	52,5	413	317	1		
IV.	Rövid forgókemence lebegtetéses előmelegítővel	3400	48	14	65	300 t nap	326	250	(1,1)		
	a) Sorbakapcsolt ciklonos hőcserélők (HUMBOLDT, NSZK) 4	2900		16,5		45,5 340 t/nap 51,5	2	2			
	b) Vertikális előmelegítő akna (V. U. S. H. típus, Brno, ČSSR) 8	3600 3100	52	14,5 16,8	81	40	365	392	0,91		

1 Tűzelőszerkezet, hűtő, anyag hozzá- és elvezetés nélkül

2 Bolygócsöves hűtővel

3 A teljesítmény 370—390 t/24 óra közötti

4 A teljesítmény 320—330 t/24 óra is lehet

5 Falazat nélkül, az ajánlati összegekből számítva

6 Aknás hűtővel

megközelíteni lehetett, a külföldi cégek és hazai tervezéseink adatait a szükséges átszámításokkal kíséreltem meg közös nevezőre hozni.

Láthatóan az aprószemcséjű mész kő égetésére az egyszerű hosszú (L/D=30), illetve a különféle rendszerű hőcserélőkkel összeépített rövidített (L/D=20—30) forgókemencék, a pormész előállítására őrlt mész kő adagolása mellett a lebegtetéses előmelegítőkkel kombinált rövid (L/D=14—16) kemencetípusok állnak rendelkezésre. A feltüntetett számértékek a különbségeket jól szemléltetik, csupán néhány fontosabb szempont említésére szorítkozom.

Az egyszerű hosszú forgókemence (I.) egyetlen előnye, hogy durva üzemű, túlterhelhető, csak minimális felügyeletet igényel. Fajlagos hőfogyasztása azonban minden más kemencetípushoz képest a legnagyobb, az előmelegítő zónában elegendő hatásosságú hőcserélő ez idő szerint nem ismeretes. A kemencéből távozó füstgáz nagy portartalmú. Beruházási költsége általában magasabb, mint a külső hőcserélővel összeépített típusoké.

A rostélyos hőcserélő szerkezetekkel kombinált forgókemencék (II.) a cementiparban általánosan ismertek, mészégetésre 1200 t/nap teljesítményig épülnek. A rostélyon fekvő anyagrétegben jó hőátadási tényező érvényesül, a távozó füstgázok hőmérséklete és portartalma alacsony lehet. A hőcserélőben a kő előmelegítése 650—800°C hőmérsék-

letig lehetséges. Az egyszerű, vagy kettős gázáramlású típusok (Allis—Chalmers, Polysius) továbbfejlesztéseként építik a recirkulációs, kettős anyagrétegű MIAG rendszerű rostélyos hőcserélőket (II/b), melyeknek hőtechnikai előnyei nyilvánvalóak, a berendezés azonban komplikálódik egy kb. 300—350°C hőmérsékletű anyagot szállító ferde elevátorral. A rostélyok tehát jó hatásfokú előmelegítés mellett kedvezően alacsony energiaigényűek, hátrányuk azonban, hogy a nagy súlyú, jórészt hőálló acélból gyártott mozgó rostélyszerkezet gyakori karbantartást, külön felügyeletet igényel.

Az aknás hőcserélők közül az egyszerű, ellenáramú, anyagátszállással működő akna (III/a) az anyag rövid áthaladási ideje következtében nem eléggé hatásos, a megfelelő fajlagos hőfogyasztás elérése érdekében viszonylag hosszú forgókemencét kell választani. Az anyag átszállása miatt a finomszemcsefrakciót a füstgáz kihordja. Azon célt elérni, hogy rövid forgókemencénél megfelelő hőfogyasztás mellett kisebb súlyú, olcsó és minimális karbantartási igényű szerkezettel pótoljuk a rostélyokat, tulajdonképpen az anyagréteges, állórostélyú hőcserélő aknákkal sikerült (III/b). Ezek egyik magyar tervezésű változata a 3—6 ferde rostélyon gravitációval lassan végigvonuló anyagréteget 500—800°C-ra előmelegíti, mozgó alkatrészként és energiafogyasztóként csupán az egyszerű, kis súlyú alsó kihordó szerkezet jelentkezik.

Előmelegítő (hőcserélő)						A teljes égetőberendezés									
főméret	hasznos keresztmetszet v. térfogat	súly		investált elektromos energia-igény	össze-hasonlí-tó beru-háza-si in-dex szám	mész-kő szemcse-méret	kőelők. fajl. e-lektr. energia-igény	égető berend. elektr. energia-igény	in-vest. e-lektr. energia-igény	faj-lagos hőfo-gyasztás	faj-lagos munka-óra 9	súly		összes fajl. elektr. energia-igény	össze-hasonlí-tó be-ruhá-zási in-dex szám
		gépé-szet	fala-zat									gépé-szet	fala-zat		
m	m ² , m ³	t	t	kW	5	mm	kWó/t	kWó/t	kW	kcal/kg	m·ó/t	t	t	kWó/t	5
Kemencén belüli beépítmény 25 m hosszón	190 m ³	135	18	25	3,4	(3—8) 3—12 8—12	(9) 7 6,5	22,6 △ 21,5	361 △ 340	1350 1400	0,5	737 △ 780	803 △ 870	30 △ 28	1,19 △ 1,25
Vándorrostély 3 × 12,5	37,5 m ³	100	105	13	3,35	6—25	5,5	18,5 △	304 △	1300 1350	0,6	780 △	600 △	24 △	1,23
Recirk. vándorrostély 2,4 × 13,23	31,8 m ³	128	~115	Rostély 5 elevátor és egyéb 15	4,5	5—25	5,5	17,0 △ 16,3	268 △ 250	1300 1350	0,7	637 △ 680	530 △ 550	22,5 △ 21,8	0,98 △ 1,05
Ejtőakna 2,5 × 2,0 × 17,5	85 m ³	33,5	70	4,5	0,9	7—15 15—25 25—35	6,5 5,5 4,5	23 △ 22	480 △ 465	1250 1300	0,6	1072 △ 1139	940 △ 950	28,5 △ 27,5	(1,71) △ (1,78)
Rostélyos-akna 3,0 × 3,5 × 16	180 m ³	36,5	86	4,5	1	6—25 15—40	5,5 4,5	17 △ 16	274 △ 255	1250 1300	0,6	623 △ 666	460 △ 480	22,5 △ 21,5	1 △ 1,062
Négyfokozatú ciklon	—	100	~60	Ventilátor 194	3,75	0—3 (0—2)	18 23	22 △	430 △	1200	0,7	584 △	320 △	42 △	(1,14) △
Lebegtető torony Ø 4 × 16	~215 m ³	106	600	3	3,2	0,2—2,5	17	32	510	1250	1,0	738 △	1200 △	49 △	1,18 △

7 Hűtődobbal

8 Fluidhűtővel

9 Csak az égetőberendezés kiszolgálásához, tartalék nélkül

○ Mechanikus (multiciklonos) porleválasztóval

△ Elektrosztatikus porleválasztóval

Mármost összehasonlítva a hosszú, valamint a rostélyos és aknás hőcserélővel kombinált forgókemencéket leszögezni szükséges, hogy a hőcserélős forgókemencék beruházási költsége, vill. energia és hőfogyasztása, porvesztése és hely igénye egyaránt kisebb a hosszú forgókemencékhez képest. Ha a hosszú forgókemence előmelegítő zónáját hasonlítjuk össze a külső hőcserélőkkel, úgy rostélyos szerkezetnél (II.) a beruházási költségben előbbiekhöz képest legfeljebb 20—40% többlet mutatkozhat, az aknás hőcserélők (III.) pedig már nagyságrendekkel olcsóbbak. A mechanikai részek energiaigénye a hőcserélők esetében csak $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ részét teszi ki a hosszú forgókemence előmelegítő zónájára számított motorteljesítménynek. Igen kedvező gazdaságossági mutatók várhatók így az aknás hőcserélőkkel épített kemencéktől, továbbá egyszerű felépítésük és karbantartásuk nagy üzembiztonságot ígér.

A hőcserélővel kombinált forgókemencék tehát mindenképpen előnyben vannak a régebbi hosszú forgókemencékkel szemben, mert közel azonos beruházási költségek mellett a rostélyos hőcserélők kétségtelenül valamivel magasabb karbantartási és kezelési költségeit, továbbá áramlási ellenállását az egyszerű hosszú forgókemence 10—25%-kal nagyobb összes energiaigénye általában kompenzálja.

Megjegyzendő, hogy a táblázatban szereplő forgókemence szerkezeteket változatlan főméretekkel

felhasználják pl. dolomit 1850—1900°C hőmérsékleten történő izzítására (zsugorítására) is, ez esetben a mészégetéshez képest a kemence teljesítmény kb. 30—35%-kal kisebb lesz. A hosszú, valamint a hőcserélővel összeépített forgókemence fajlagos hőfogyasztása között utóbbi javára, általában már kb. 15—20% különbség lehet.

Tulajdonképpen a pormész előállítására szolgálnak a lebegtetős hőcserélővel összeépített rövid forgókemencék (IV.). Minthogy az égetendő kő 0—3 mm szemnagyságra aprítandó, ezen kemence szerkezet gazdaságosságát a mész-kő fajlagos őrlési és esetleg szárítási igénye nagymértékben befolyásolja. Felépítése egyszerű, kis alapterületet igényel, energiaigényét vizsgálva megállapítható, hogy a fajlagos hőszükséglet a nagy anyagfelületek mentén adódó kiváló hőátadás következtében kb. 10—15%-kal alacsonyabb az egyéb típusú hőcserélős forgókemencékhez képest, de az elektromos energiaigény kb. 20—30%-kal ugyanakkor magasabb, a kettő közül nyilvánvalóan az alacsonyabb hőigény értékelendő. Hátrányként jelentkezik az égetőrendszer nagy porvesztése, ami a fokozott gázsebességgel és az anyag szemcseszerkezetével áll összefüggésben. A hőcserélős forgókemencék közül az összegazdaságosságot és üzembiztonságot tekintve a réteges aknás és a lebegtetős hőcserélővel épített kemencék közel azonos szinten vannak, ezekhez képest a rostélyos hőcserélős kemencék va-

lamivel nagyobb beruházási és üzemköltséget mutatnak.

A mészégető forgókemencék hűtőszervezetei lényegesen eltérnek a cementiparban megszokott és jól bevált rendszerektől. A mészégetés utáni gyors hűtése nem kívánatos, mert egyrészt az aprózódást el kell kerülni, másrészt felismerték, hogy egy megfelelően kiképzett áramlásmentes pihentetőtérben a külső mészburok hőtartalma a belső esetleg még bomlásban levő karbonátos magot tovább kiégetni képes, ami minőségjavulást és az égetőberendezés hatásfokának növekedését jelenti. Az 5. táblázatban

a szobajöhető hűtőszervezetek néhány típusának főbb adatai szerepelnek.

A planétahűtőkkel a mészipari forgókemencék-nél is találkozunk, lényegében gyorsan és rossz hatásfokkal hűtenek, utósavtalanítás ezeknél nem lehetséges. Minden esetre olcsók és kis energiaigényűek.

Valamivel jobbák azok a módosított szerkezetű hűtődobok, melyeknek melegoldalon áramlásmentes utósavtalanító zónát képeztek ki, de ezt is a nagy köpenyvesztés és a mérsékelt hűtési hatások jellemzi. Súly, energia és helyigénye nagy.

Hűtőtípusok mészégető forgókemencékhez (Teljesítmény: 300 t/24 óra)

5. táblázat

Hűtőrendszer	Fajlagos teljesítmény	A hűtőből kilépő anyag hőfok	Fajlagos elektromos energia-igény	Fajlagos gépsúly	Fajlagos tűzálló-anyag igény	Viszonylagos beruházási indexszám
	t/m ³ · 24 ó	°C	kWó/t	t/t/24 ó	t/t/24 ó	*
1. Hűtődob (L/D+1 : 9—1 : 11)	1,6—2,2	60—80	2,5—4	0,3—0,45	0,15—0,17	1
2. Planeta hűtő (L/D+1 : 4—1 : 5) ...	4—6	150—180	0,6—0,8	0,15—0,25	0,08—0,1	0,6—0,8
3. Aknáshűtő (Fr. Krupp. Rheinh)	20 t/m ² · 24 ó	40—50	3—6	0,25—0,3	0,25—0,4	1,2—1,5
4. Fluidizációs hűtő (V. U. S. H. CSSR) ...	35 t/m ² · 24 ó	70—90	1,7—2	0,08—0,1	0,2—0,3	0,6—0,7

* A gép és falazatsúly alapján a világpiaci árakból becsülve

Forgókemencék elektromos hajtásrendszereinek összehasonlítása

6. táblázat

Hajtásrendszer	Fordulatszám szabályozás módja, hatásfoka és normál határai	Hatásfok η	Teljesítmény tényező (cos φ)	Viszonylagos beruházási indexszám **	Karbon-tartási igény
1. Forgóáramú csúszógyűrűs elektromotor	ellenállással, veszteséges szab. 1 : 2 (nyomaték-függő)	0,85	0,8	1	kicsi
2. Forgóáramú mellékáramkörű kommutátoros elektromotor	kefeeltolással, gyak. veszteségmentes, 1 : 3 (nyomaték-függő)	0,8	0,8—0,85	1,3—1,6	közepes
3. Ward Leonard rendszerű egyenáramú hajtás	gerjesztőellenállással gyak. veszteségmentes, O-max (nyomaték-függő)	0,6	0,8—1*	2—2,5	nagy
4. Szilíciumdiódás egyenáramú motorhajtás	fokozatkapcsolós transzformátorral, veszteségmentes szab., O-max. (nyomaték-függő)	0,75	0,85	1,3—1,5	kicsi
5. Szilíciumdiódás egyenáramú kétmotoros (Rectiflow) hajtásrendszer	segédáramkörű szabályozás, veszteségmentes, O-max. (nyomatéktól független)	0,8	0,85	1,8—2	közepes
6. Szilíciumdiódás egyenáramú motorhajtás tranzisztoros (Transduktor) szabályozással	automatikus és nagy pontosságú fordulatszám-tartás 1 sec.-on belül, a nyomatéktól függetlenül, O-max. érték között	0,85	0,9—0,95	1,5—1,7	közepes
7. Vezérelt egyenirányító cellás (Tyristor Semiduktor) egyenáramú hajtásrendszer		0,85	0,9—0,95	1,6—1,8	közepes

* Forgóáramú szinkronmotoros hajtás esetén

** Azonos (kb. 80—150 kW közötti) teljesítménynagyságrend esetén a szabályozáshoz szükséges berendezésekkel együtt, a beszerzési árakból becsülve.

A mészégetési technológia szempontjából legelőnyösebb szerkezet az aknás hűtő, ezek közül is az utósavtalanító zónával épített és körgyűrű keresztmetszetű aknás zsalsus hűtők (Krupp-féle típus), melyeknél kb. 96—98% összehatásfok mellett a hűtésre érkező mész összes hőtartalmából kb. 6% még a karbonát bontására fordítódik. Ez másként azt jelenti, hogy a forgókemencéből kieső mészben levő karbonáttartalom 12—16%-a külön hőenergiára fordítása nélkül még kiégethető. Kedvezőtlen ezeknél a nagy szerkezeti magasság, a fokozott ventilláció miatti nagy elektromos energiaigény, az üzemeltetés fokozott felügyeletet kíván. Bár egyelőre még drága szerkezet, a többi hűtőkhöz képest ez szolgáltatja a legjobb mészminőséget.

A fluid hűtők a pormész előállítására szolgáló lebegtetéses hőcserélővel épített forgókemencék után kitűnően megfelelnek, itt pihentetésre már nincsen szükség, a gyors hűtés is elviselhető. Láthatóan olcsó, kis energiafogyasztású gazdaságos szerkezetek.

Említenem kell még a forgókemencék jelentős energiaigényű hajtószerkezeteit. A fajlagos energiafogyasztás ezeknél — szemben az aknakemencék anyagmozgató berendezéseinek 3—5 kWó/t mész igényével — általában 5—12 kWó/t mész értékkel jelentkezik, függően a kemence L/D viszonyától. A hajtás összehatásfokának növelése egyrészt a mechanikai részek korszerű kialakításával, másrészt a kisvesztességű és nagy szabályozási tartományú elektromosberendezés választásával lehetséges. Az első követelmény a korábbi hazai tervezésünk szerinti nyílfofogazású kerekekkel épített hajtással jól kielégíthető, ennek energiaigénye jóval alacsonyabb, mint az egyszerű és szokásos megoldások. A hajtó elektromotorok kb. 1:3 arányú fordulatszám szabályozása — lehetőleg állandó nyomaték mellett — általános követelmény, ezek összehatásfoka, beruházási költsége és karbantartási igénye gondosan mérlegelendő. A 6. táblázatban a főbb hajtás rendszerek összehasonlítása látható.

Az adatokból és a gyakorlatból is nyilvánvaló a nagyobb beruházási költségek dacára az egyenáramú hajtásrendszer előnye, a félvezetők jelenlegi fejlettségi fokán alkalmazásukkal üzembiztos és gazdaságos berendezéshez jutottunk. Természetesen ugyanilyen motortípusokkal oldható meg a fordulatszám módosítással történő teljesítményszabályozás pl. a nagyteljesítményű ventillátorok esetében.

3.3 Egyéb mészégető kemencetípusok

A számos változat közül csak néhányat említek, ezek közös jellemzője az aknakemencékhez képest költségesebb köelőkészítés és a nagyobb energiaigény.

A fluidizációs kemencék közül például a Dorr cég többretegű, 200 t/nap teljesítményű fluidreaktora már közel egy évtizede működik, e típus további széleskörű elterjedését tulajdonképpen a lebegtetéses hőcserélőkkel épített nagyteljesítményű és gazdaságosabb forgókemencék gátolják.

A karusszeles (forgóasztalú) mészégető kemencék közül a Calcimatic nevű kanadai típus széles szemcsekaraszterisztikájú (pl. 4—16 vagy 16—40 mm)

mészkeő feldolgozására alkalmas, a 200 t/nap teljesítményű berendezés kb. 20 m asztalátmérővel már üzemel. Részletes értékeléshez még további üzemi adatokra lenne szükség.

Az égetőrostélyokat a régi kevert koksztüzelés helyett olaj- vagy gáztüzelésre átalakítva ismét használják mészégetésre. Az építési mésznek megfelelő minőséget 300 t/nap teljesítmény mellett már elérték, energiafogyasztása és karbantartási költsége azonban olyan nagy, hogy a korszerű forgókemencékkel szemben nem lehetnek versenyképesek.

4. A mészégető akna- és forgókemencék összehasonlítása

Az előbbi táblázatokban szereplő adatok világosan mutatják egyrészt az elkülönülő felhasználási területeket, másrészt az energiafogyasztások és beruházási költségek viszonylagos alakulását. A technológiai paraméterek, beruházási és üzemköltségek, korszerűségi követelmények, helyigény egyoldalról, a helyszíni adottságok (meglevő kőbánya, adott kőminőség, már működő kemencetípusok) más oldalról befolyásolják a kiválasztást. Egy közelmúltban készült tanulmány alapján két egymáshoz közelálló összteljesítményű akna- és forgókemencés mészégetőberendezés főbb jellemző adatait foglalja össze a 7. táblázat.

A következő lényegesebb különbségekre szeretném a figyelmet felhívni.

a) A mészkeő és mész szemnagysága szempontjából a két kemence rendszer eléggé határozottan elkülönül. Kivéve az újabb, különleges aknakemence típusokat, általában 40 mm az a határméret a kőnél, amely felett aknakemencében, ez alatt pedig forgókemencében égethető. A köelőkészítésnél a törő- és osztályozó berendezés egyszerűbb és kisebb energiaigényű, ha csak 0—40 mm szemnagyságra aprítunk, mintha két vagy több nagyméretű frakciót kell előállítani több fokozatú töréssel és osztályozással. Az aknakemence kőnél aprótermékből több keletkezik, ennek értékesítése nem minden esetben lehetséges. Itt is hangsúlyoznom kell a kőszennyeződés eltávolításának szükségességét, mely a kisebb kőfrakciók nagyobb fajlagos felületénél fokozottabban zavaró lehet. A mész szemnagysága a felhasználás szempontjából csak kisebb jelentőségű, a minőségben viszont már lényeges különbségek mutatkozhatnak.

b) Mészminőség. Az újabb típusú, aprókővel táplálható aknakemencék és a hőcserélővel kombinált forgókemencék megfelelő köelőkészítés és üzemeltetés mellett azonos minőségű meszet termelnek. Viszont könnyen kimutatható 10—20%-os minőségkülönbség a mésznel az aknás hűtővel épített forgókemence javára akkor, ha az aknakemencék 50—150 mm szemnagyságú termékével hasonlítjuk össze. A forgókemencében az apró kő egyenletes, kis CO₂ maradék mellett átégetése már a mozgásvi-szonyok miatt is egyszerűbb, a lágy égetés is megvalósítható, míg a nagydarabos aknakemence kőből nehezebben kapunk teljes tömegében homogén égetésű meszet. Azonos kőminőséget és tüzelőanyagot feltételezve az akna- és forgókemencében égetett mész kéntartalma között — mely pl. kohászati

Vizsgált paraméter	Mérték	3 × 150 t/24 ó teljesítményű aknakemence	2 × 250 t/24 ó teljesítményű forgókemence aknás hőcserélővel
Kemencék összteljesítménye	t/24 ó	450	500
Mészko szemnagysága	t/év	144 000	160 000
A mész szemnagysága	mm	40—90, 90—150	15—40
	mm	0—80, 0—140	0—35
Hőenergiaigény az égetéshez			
Fajlagos hőfogyasztás (olajra számítva)	kcal/kg	1 200	1 300
Napi olajfogyasztás	t/nap	57	68,2
Összes gőzigény (porlasztáshoz és előmelegítéshez, 10 atü száraz, telített)	t/nap	52,3	23,8
Elektromos energiaigény			
Az összes beépített energiaigény	kW	508	450
Fajlagos energiaigény az égetéshez	kWó/t	18	20
Összes fajl. energiaigény a kőelőkészítéssel (törő és osztályozóberendezés) együtt	kWó/t	23	24
Fajlagos munkaóraigény (kizárólag az égetéshez)	m · ó/t	1	0,6
Karbantartás. A 2 éven belül kicserélendő alkatrészek becsült súlya			
gépészeti berendezés	t/2 év	18	30
tűzálló falazatok	t/2 év	260	170
A berendezések súlya			
Gépészeti berendezések	t	558	1 184
Tűzálló falazat	t	1 050	790
Berendezés súlya	t	1 608	1 974
A berendezések beruházási költsége			
Gépészeti berendezés (csak a mészégető berendezés)		40 000 000	58 000 000
Tűzállófalazat		9 000 000	7 000 000
Járulékos költségek:			
Kőbánya, kőszállítás	Ft		
Méstartolás, rakodás			
Építészeti és egyéb költségek (épületek, víz-, energiaellátás, út, vasútépítés, szállítás, szerelés)		56 000 000	45 000 000
Összes beruházási költség		105 000 000	110 000 000
Az égetőberendezés részére szükséges alapterület	m ²	2 800	1 350
Az előállított mész becsült önköltsége	Ft/t	370	385

mésznel szigorúan vizsgált minőségi paraméter — 30% különbség is adódhat a forgókemencénél alacsonyabb kéntartalomra lehet számítani.

c) *Fajlagos energiaigény.* Az előbbi táblázatok egyértelműen mutatják a kemencetípusok hőfogyasztásának, elektromos- és egyéb energiaigényének praktikus határértékeit. Szükséges figyelembe venni, hogy a korszerű forgókemencék kétségtelenül magasabb energiafogyasztását az egyéb előnyös tulajdonságai sok esetben kompenzálják.

d) *A beruházási-, üzem- és termékönköltségek* a választott teljesítmény nagyságrendnél viszonylag kis különbséget mutatnak. Ennek magyarázata elsősorban az, hogy amíg az aknakemencénél a munkatérből a füstgáz közvetlenül a szabadba vezethető, forgókemencéknél — különösen a mai hatósági előírások mellett — költséges, energiaigényes porleválasztó berendezések létesítendőek. Kétségtelenül a forgókemence javára szól a kisebb kezelési (munkaóra) igény. Vizsgálva a kemencék megvaló-

sítható egységenkénti teljesítményét is általánosságban azt mondhatjuk, hogy 150 t/nap teljesítmény igényig a korszerű aknakemence, 150—600 t/nap között mindkét kemencerendszer, 600 t/nap felett pedig a hőkicserélős forgókemence bizonyul gazdaságosnak. Esetenként döntő lehet a felhasználandó alapterület és épülettérfogat, ebből a szempontból a forgókemence igényesebb szerkezet.

e) *A kemencék automatikus működtetése.* Az akna- és forgókemencék korszerű típusainál az anyagnak a munkatérre történő átvitele teljesen automatizált. Hallottunk olyan mészmuőről, ahol a termékminőséget szűk tolerancián belül állandósítva a hő- és áramlástechnikai automatizáció számítógép segítségével megvalósult. Az automatika kiépítése — melyhez az elektronikus —, hidraulikus- és pneumatikus vezérlő elemek megfelelő választékban rendelkezésre állnak — kétségtelenül érezhető költségtöbbletet jelent, azonban ez a stabil termékminőséggel, az energia és munkaóra megtakarítás-

sal, tehát alacsonyabb önköltséggel — elsősorban a nagyobb teljesítményű berendezéseknél — elfogadható időn belül amortizálható. A forgókemencék teljes automatizálása a belső munkatér megfigyelhetősége és a határozott anyag- és gázáramlási viszonyok miatt általában egyszerűbb, mint az anyaggal telt aknakemencés égetőberendezésé.

Előbbiekből következik, hogy a korszerű mész-mű a korábbiakhoz képest kisebb létszámú, de magasabb képzettségű dolgozókat igényel. Az üzemeltetés irányítása — különösen nagy égetési sebességű kemencéknél — csak a műszerezés és automatika jelzései alapján, sokszor a vizuális megfigyelés kizárásával történik. Ez átgondolt, a csatlakozó technológiai folyamatra is esetleg kiható összehangolt intézkedést követel, aminek csak kellő fokon képzett kezelőszemélyzet tud megfelelni.

5. A mészipar fejlődésének perspektívái

A mész és korszerű termékeinek fontossága állandóan növekszik, a mészipar perspektívája is nyilván a felhasználó iparok — elsősorban a vegyész és kohászat — fejlesztésével függ össze. A külföldi országok statisztikai becslése szerint 1980. évig a mésztermelés a jelenlegi szinthez képest további 50—80%-kal, azaz kb. 120—140 millió tonnára növekszik. A többletet a vegyi- és élelmiszeripar, az építőipar igényeinek, ezen belül a plasztikus agyagtalajok, utak, épületalapok szilárdításához szükséges hidrátigény és a mészhomoktégla-gyártás fokozódása, különösen pedig az acéliparban a bázikus oxigénkonverterek széleskörű bevezetése, továbbá az ipari szennyvizek, bányavizek fokozott és szigorú tisztítási igénye indokolja. Ezen becslésben szerepel a fejlődő afrikai, ázsiai, valamint az erősen iparosodó közép- és délamerikai államok bizonyosan növekvő mészigénye.

A fogyasztásban részlegesen mutatkozhat csökkenő tendencia is. Példaként említhető az építőipar, ahol a mészbázisú helyett az olcsóbb, szebb gipszvakolat erősen terjed, ezenkívül a vegyipar, ahol a műanyaggyártásban a mészkarbidból előállított acetilen helyett a propilen és etilen bázist fejlesztik. Az építendő mészművek és kemencék kapacitásnövekedése ennél nagyobb mértékű lesz, az ipar az új berendezéseken kívül az eddig elavult és ezután korszerűtlennek bizonyuló kemencéket is új, gazdaságosabb egységekre kényszerül majd lecserélni.

Összefoglalás

A mészipar felé elsősorban a vegyipar és kohászat részéről jelentkező mennyiségi és minőségi igények a kemenceszerkezetek gyors fejlesztését követelték. Különösen a 10 év előtti állapothoz képest szembetűnő a változás, láthatóan a kemence teljesítmény növekedésével javult a termékminőség, csökkent ugyanakkor az energiafogyasztás és a mész önköltsége. A kemencék számát és a termelés mennyiségét tekintve továbbra is az akna- és forgókemencék dominálnak. Kétségtelenül még több országban korszerűnek tekinthetők a világtermelés 35—40%-át képviselő kevert tüzelésű típusok, de már fokozatosan kifejlesztésre kerültek a minőségi mész termelésére és az aprókő, valamint az olcsó

szénhidrogénbázisú tüzelőanyagok felhasználására alkalmas külföldi és hazai nagyteljesítményű gazdaságos aknakemence típusok. Az ellenáramú olaj- és gáztüzelésű kemencék közül a külföldi ferdeakna és Catagas rendszer mellett a magyar tervezésű típusok is kedvező összpáramétereket mutatnak. Figyelmet érdemelnek a vegyes, egyen-, ellenáramlású aknák. A forgókemencék több évtizedes égető berendezései a mésziparnak, az egyszerű hosszú típusokhoz képest minden szempontból kedvezőbbek a rostélyos-, akna- és lebegtetéses hőcserélőkkel összeépített rövidített kemencék, melyekhez új rendszerű aknás hűtőket építenek. Az akna- és forgókemencék összehasonlítása energetikai és gazdaságossági szempontból egy választott teljesítményre a közölt táblázatok szerint értékelhető. Általánosságban azt mondhatjuk, hogy a hőcserélős forgókemencék — különösen közepes 150—600 t/nap közötti mész-mű teljesítmények esetén — már megközelítették az átlagos olajtüzelésű aknakemencetípusokat, nagyobb kapacitású berendezéseknél előnyük általában nem vitatható. A nagy egységenkénti teljesítmény, a jó termékminőség, most már a megfelelően alacsony energiafogyasztás és munkaóra igény úgy a további rekonstrukciónál, mint új berendezések építésénél a forgókemencék további széleskörű alkalmazását fogja eredményezni.

IRODALOM

- [1] W. R. Barton—P. G. Cotter: Lime. Minerals Yearbook 1964. (Preprint) P. 1—10 United States Department of the Interior, Bureau of Mines.
- [2] Chemical Lime Facts, Bulletin 214. P. 9—41. National Lime Association, Washington, USA.
- [3] P. G. Cotter: Lime and Calcium. Mineral facts and problems. Preprint from Bulletin 630. P. 1—9, 1965. Edition. United States Department of the Interior, Bureau of Mines.
- [4] Kalk Taschenbuch, 1967. Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e. V. Köln, 1967. Seite 49—59, 62—65, 69—73, 80—90.
- [5] K. Stumpf: Ein-oder mehrstufiges Brechen von Kalkstein. Schriftenreihe des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie. Bauverlag G. M. B. H. Wiesbaden—Berlin. Heft. 7. 1964. S. 57—103.
- [6] G. Balázsovcics: Einige Gesichtspunkte zur Dimensionierung der Vorwärm- und Kühlzone vom Kalkschachtofen. Radex Rundschau, 1966. H. 3. S. 163—169.
- [7] I. E. Kimberley—D. H. Anson: Ölgefeuerte Kalkschachtofen in Grossbritannien. Schriftenreihe des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie. Bauverlag G. M. B. H. Wiesbaden—Berlin Heft. 8. 1966. S. 167—204.
- [8] A. Schmid—H. Hofer: Der Gleichstrom-Regenerativ—Ofen zum Brennen von Kalk. (Ausgabe Fa. MAERZ, Schweiz).
- [9] Vasadi F.: Az új magyar forgókemence ismertetése. KGMTI Közlemények, Budapest, 1955.
- [10] Vasadi F.: A gáztüzelésű mészégetőművek és a mészégetés időszériái problémái. Építőanyag, 1962/2, 446—455 oldal.
- [11] Vasadi F.: Korszerű mészégetőművek. Gépipari Tudományos Egyesület, Magyar Kémikusok Egyesülete: Vegyipari Gépészeti Konferencia előadásai, Budapest, 1968. IV. 9—12. II. kötet, 1—22 oldal.
- [12] Vasadi F.: Mészégető kemencék. Szilikátipari Tudományos Egyesület kiadása. Budapest, 1968.

Vasadi Ferenc: A mészégető akna- és forgókemencék energetikai összehasonlítása

A mészipar égető-szerkezetei között a két nagy ver-senytárs az aknás és a forgókemence. Az aknás keme-

cék hőkihasználása jobb, de csak legfeljebb 150—200 t/24 ó teljesítményű egységek építhetők, míg a nagyobb fajlagos hőfelhasználású forgókemencék többszörösen nagyobb teljesítményűek lehetnek. Összehasonlításuknál a mészek minőségét, a gyártani kívánt égetett mész minőségét, az egységteljesítményt, a fajlagos hő- és villamosenergia-felhasználást, a beruházás amortizációját és a munkaerőszükségletet kell főként figyelembe venni. A fejlődés a forgókemencék növekvő szerepét mutatja a mészégetésben.

Ф. Вашиди: Сравнение энергетических показателей шахтных и вращающихся известковообжигательных печей

Szöveg: Среди обжигательных конструкций известковой промышленности двумя большими конкурентами являются шахтная и вращающаяся печи. Использование тепла в шахтных печах лучше, однако последние могут строиться только с производительностью макс. 150—200 т/24 час, в то время как производительность вращающихся печей может быть во много раз выше. При сравнении этих двух видов печей необходимо принимать во внимание следующее: качество известняка, качество выпускаемого продукта (извести), производительность данной печи, удельный расход тепла и электрической энергии, амортизацию капиталовложений, а также потребность в рабочей силе. Нужно отметить, что развитие технологии обжига извести идет в направлении повышения роли вращающихся печей.

Vasadi, Ferenc: Energetischer Vergleich der Schacht- und Drehöfen im Kalkbrennen

Szöveg: Die zweierlei Brennvorrichtungen der Kalkindustrie — Schachtofen und Drehofen — machen einander starke Konkurrenz. Der Wärmeausnutzungsgrad der Schachtofen ist vorteilhafter, doch sind die Abmessungen nicht unbegrenzt: man kann Schachtofen nur mit einer Höchstkapazität 150—200 t/24 Stunden bauen; während die Drehöfen von höherem spezifischem Wärmeverbrauch weitaus leistungsfähiger konstruiert werden können. Beim Vergleich müssen Kalksteinqualität, die Qualität des zu erzeugenden Kalks, die Produktions-einheit, der spezifische Wärme- und Stromverbrauch, das Amortisieren der Investition und der Bedarf an Arbeitskraft vorzüglich in Betracht gezogen werden. Der Fortschritt deutet in der Kalkindustrie auf die zunehmende Rolle der Drehöfen hin. (S. G.)

Vasadi, Ferenc: The Comparison of Lime Burning Shaft and Rotary Kilns from a Power Engineering Aspect

Szöveg: Shaft and rotary kilns are competitive lime burning equipments. The shaft kilns are of better power economy, but their maximum capacity is low (150—200 tons/day). Rotary kilns are of higher capacity but less economic. Considering the quality of limestone and that of the quicklime, the unit capacity, the specific heat- and electric energy consumption, the amortization rate, the labour demand and other factors it can be predicted, that the share of rotary kilns will be increasing in the future.

Hozzászólás Vasadi Ferenc: A mészégető akna és forgókemencék energetikai összehasonlítása c. előadásához

Péntek László (Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A mészégetés energiaigényes folyamat. A késztermék súlyának közel kétszeresét kitevő kalciumkarbonát termikus bontása határozott hőszintű és mennyiségű hőenergiát igényel. Az égetés hőfokát és a folyamat hőigényét egyrészt az égetendő mészke-szemcsék fizikai-kémiai tulajdonságai, méretviszonyai, másrészt az égetőberendezés jellemző sajátságai szabják meg. A kalciumkarbonát bontása atmoszférius környezetben, laboratóriumi viszonyok között 850°C körüli hőmérsékletig hevítve 420—430 kcal/kg kalciumkarbonát hőt igényel. Így a gyakorlatilag még biztosítható kalciumkarbonát tartalom mellett a legkedvezőbb hőszint betartása esetén a fajlagos hőszükséglet 740—750 kcal/kg égetett mész. Ezt az elméleti értéket elérni nem lehet, annak lehető legjobb megközelítése a főcél. A jelenlegi világszínvonalat képviselő berendezésekkel tartós üzemben 1100—1200 kcal/kg é. m. fajlagos hőfogyasztás érhető el. A mészke-nek égethető formára való előkészítése, égetése, tárolása és elszállítása a dolgozók fizikai munkáját teljesen kiküszöbölő eljárásoknál 20—28 kWó/to é. m. villamosenergia-felhasználási igényt is jelent. Ez tényleges hőenergiára átszámítva fajlagosan további 60—80 kcal/kg égetett mész hőfogyasztásnak felel meg.

A nagy energiaköltségek a termelési költség-tényezők között döntő jelentőségűek, ezért elsősorban ezek csökkentése az összes hivatottak fő feladata. Az égetett mész minősége mind az alap-

anyagként feldolgozó iparágakban, mind a kötőanyagként hasznosító építőiparban nagy kihatással van a technológiai folyamatokra, illetve a gyártási, kivitelezési költségekre. A nagyüzemi gyártási folyamatok irányítói az összes iparágakban a teljes mechanizálásra és a részfolyamatok maximális automatizálására törekednek. Az automatizálás alapvető feltétele az, hogy a technológiai folyamatba bekerülő anyagok jellemző paraméterei szigorúan rögzített tényező határok között maradjanak. Ezt a fokozódó igényt a mésziparnak az égetett mész jól meghatározott fizikai és vegyi jellemzőinek állandó biztosításával kell kielégítenie.

Amennyiben a tovább-feldolgozó technológiáknál újabb részfolyamatokkal kell az égetett meszet alkalmas állapotba hozni, bonyolódik, drágul a főfolyamat. Nyilvánvaló, hogy az égetett mésznek széles körű felhasználása akkor a leggazdaságosabb, ha a gyártóműtől a felhasználók a céljaiknak legjobban megfelelő formában, minőségben kaphatják azt.

Mivel a légköri tényezők a szállítás és tárolás során a körülményektől függően kisebb-nagyobb mértékben befolyásolják, sőt esetenként veszélyeztetik a mész minőségét, az égetőműből kikerülő termékeknél a kedvező továbbkezelési lehetőségeket is figyelembe kell venni. Ennek megfelelően a tovább-feldolgozó iparágak felkészültségét is fokozni kell, mert a korszerű mésztermelési és szállítási megoldásokkal biztosított előnyök könnyen elveszhetnek az elavult kezelési, illetve tovább-feldolgozási módszerek miatt.

Az előbbi néhány fontos szempont egybevetése után nyilvánvaló, hogy a mészégető akna és forgókemencék energetikai összehasonlítása csak úgy lehet teljes, ha az égetést megelőző mész-kő-előkészítési és a kiszállítást követő tovább-feldolgozási szempontokat is számításba vesszük. A kőelőkészítés szempontjából a hazai nyersanyagviszonyok mellett különösen fontos kérdés a mészműveknek cementművekkel való együttes telepítése. Különösen darabos mész égetésénél nem közömbös, hogy a jelentékeny mennyiségben keletkező apró mész-kőhányad felhasználatlanul kerül hányóra, vagy pedig értékes nyersanyagként további felhasználással hasznosul. Az aprószemcsés kő előkészítésénél további előny, hogy olcsóbb a törtetés és leválasztás, egyszerűbb az előkészítés közbeni kezelés. Ebből adódik, hogy az apró mész-követ igénylő technológia eleve kedvezőbb feltételekkel indul az olcsóbb nyersanyag előkészítés lehetősége folytán.

Az egyenletes jó kiegészítés, a vegyi ipart kielégítő nagy aktivitású termék, illetve az építőipar számára igen fontos nagy szaporaságú kötőanyag biztosítása szempontjából a forgókemencés technológiák termékei határozottan felülmúlják az aknakemencés termékeket. Figyelembevételre a magasabb aktív kalciumoxid arányt, illetve szaporaság többletet, a tovább-felhasználóknál már megtérül a jelenleg még az előbbi égetési módnál fennálló 5—10 százalékos energiatöbblet.

Vasadi Ferenc előadásában közreadott tényadatokat, illetve a származtatott adatok nagyságrendi helyességét a szakirodalom idevágó adatai alátámasztják.

Ezek szerint az alacsony gyártási költségeket elő-

segítő, kedvező hő- és villamosenergia-gazdálkodás elérése mellett a jól szabályozható, nagyobb mértékben automatizálható, egyenletesebb minőségű égetett meszet biztosító forgókemencés és hőcikcserélő kombinációval megoldott aprószemcsés égetési módok a beruházási költségek alakulása szempontjából is előtérbe kerültek és a közeljövőben jelentőségük és szerepük fokozatosan meg fog nőni az aknakemencés égetési eljárásokkal szemben. Annak ellenére, hogy ma még a korszerű aknakemencés mészégetés 5—10%-kal kedvezőbb hőfelhasználással folyik, mint a legjobb forgókemencés rendszereknél, a mész tovább-felhasználóinál az utóbbiak javára jelentkező nagy előnyökből közvetve folyó energia-megtakarítás kompenzálja a jelenlegi különbséget. Tekintve, hogy az aknakemencék természetéből folyóan a továbbfejlesztés — főleg a minőségi termelés fokozása szempontjából — lassú, viszont a forgókemencés technológiák továbbfejlődési üteme gyorsuló, hazai viszonylatban is ezt a fejlesztési irányt kell előnybe helyezni. Ezt a törekvést az utóbbi időben feltárt folyékony és gázalakú tüzelőanyag-források is kedvezően elősegítik.

Nagyteljesítményű forgókemencés berendezések beállításával több száz ezer tonnás évi kapacitást képviselő olyan régi típusú mészégető egységek állíthatók le, amelyek a rossz és a jövőben tarthatatlanná váló munkaviszonyok mellett 60—100%-kal több fajlagos energiaszükséglettel üzemelnek, mint a korszerű rendszerek. Az évi százezer tonnás nagyságrendű tüzelőanyag-megtakarítási lehetőség energiagazdálkodási szempontból is sürgetően követeli a vázolt fejlődési irányzat gyorsított ütemű megvalósítását.

Egyesületi élet

A *Cementszakosztály* a SZIKKTI és a Cement- és Mészművek közös rendezésében október 29—30-án ankét volt Pécsen a Technika Házában, illetve Beremen- den.

Tárgya az épülő új beremendi cementgyár beruházásának ismertetése volt. Újszerű és igen hasznos kezdeményezés a cementipar vezetői részéről, hogy egy-egy nagyobb volumenű beruházás programját és műszaki megoldásait a hazai cementszakemberek széles körű bevonásával vitatja meg.

Az ankétot 29-én az Egyesület Cementszakosztálya nevében dr. Székely István nyitotta meg, majd dr. Talabér József, a SZIKKTI igazgatója tartott beszámolót. Foglalkozott a cementipar szerepével a világban és bővebben a magyar cementipar fejlődésével és helyzetével és elemezve az egy főre jutó cementtermelést, illetve felhasználást Magyarországon és a környező országokban.

Az új gyár beremendi telepítését az indokolja, hogy Dél-Magyarország cementellátottsága gyenge. Különböző szempontok gondos mérlegelésével a gyártelep helyét Beremendtől kb. 3,5 km-re, a Beremend—Nagyharsány-i vasútvonal mentén jelölték ki. Az építkezéssel párhuzamosan épül az új vasúti bekötővonal, a Villány—Mohács-i irányban, illetve a nagyobb kapacitású között, Nagyharsány irányában. A gyár üzembehelyezését 1972. évre irányozták elő.

Előadó ismertetette a létesítendő üzem nyersanyag-helyzetét, foglalkozott technológiai kérdésekkel és megemlíttett számos kivitelezési problémát. Befejezésül ismertetette a kivitelezési munkákban résztvevő vállalatokat és a kivitelezés ütemezését.

Az ankét másik előadója Chikán János, a Cement- és Mészművek igazgató-főmérnöke volt, aki a létesítendő

üzem technológiai megoldásairól tartott beszámolót. Utalt a száraz eljárás hatalmas mértékű térhódítására, az új beremendi üzemmel kapcsolatban pedig elmondta, hogy a száraz eljárással dolgozó gyár kapacitása több mint egymillió tonna lesz évenként.

Újszerű a hazai cementipar vonatkozásában az a megoldás, hogy a nyersanyagot dőmperekkel szállítják a gyárba s a törés egy fokozatban, nagyteljesítményű törővel történik. Mivel így darabos mész-kőre nem számíthatnak, a később létesítendő mészüzemnél forgókemencéket kell majd alkalmazni.

A mész-kő (és a többi anyagok) tárolását felsőtöltésű, alsóirítású, ún. résbunkeros tárolóval fogják megoldani, mely a porképződés elkerülésére teljesen zárt kivitelű lesz.

Az égetésre ciklonos hőcserélővel felszerelt, ún. Humboldt-rendszerű kemencéket alkalmaznak (a kemencék mérete $\varnothing 4,4 \times 65$ m).

Az előadó részletesen ismertetette a számításba vett rendszereket (Dopol, ZAB, Prerov stb.) és azokat az okokat, amelyek a jelenlegi rendszer elfogadását indokolták, majd kitért az őrlés, osztályozás, hűtés, homogenizálás és tárolás kérdéseire is.

A cementsilók tervezett tárolási idő-kapacitása mintegy 14 nap.

Az érdeklődéssel fogadott beszámolók után néhány kérdés, illetve válasz hangzott el, amelyek az alkalmazott technológiai megoldásokra vonatkoztak.

Az ankét másnapján a résztvevők autóbuszkirándulás keretében megtekintették az új gyár építkezésének területét, a nyitás alatt álló kőbányát és az épülő készenléti lakótelepet.

Megállapítható, hogy az ankét megrendezése módfelett hasznos volt és számos felmerült kérdés megbeszélésre kerül sor folytatólag következő szakosztályi ülés keretében.

K. R.

A hazai szénhidrogénkutatás eredményeként az utóbbi években egyre nagyobb mennyiségben rendelkezésre álló olaj, földgáz és PB-gáz, valamint a kiépített országos földgázhálózat a finomkerámiaiparban is felvetette e korszerű és gazdaságos tüzelőszerek használatának kérdését. A szénhidrogéntüzelésre való áttérésnél a következő körülményeket kellett figyelembe venni:

1. Az üzem települési viszonyainak és technológiai céljainak megfelelően milyen szénhidrogén bázisú energiahordozó a legmegfelelőbb,

2. milyen energiahordozó helyettesíthető a rendelkezésre álló szénhidrogén tüzelőszerral,

3. s mivel elsősorban már meglevő égetőberendezéseket kellett a megfelelő szénhidrogén tüzelésre átállítani, választ kellett kapni arra a kérdésre is, hogy lehetséges-e az adott égetőberendezést szerkezeti átalakítás nélkül, gyakorlatilag folyamatos termelés mellett, vagy kevés költséggel megvalósítható átalakítással és rövid ideig tartó üzemszünettel átállítani szénhidrogén tüzelésre.

Bár külföldi tapasztalatok alapján finomkerámiai célra, technológiai szempontból elsősorban a rendkívül állandó minőségű PB-gáz a legelőnyösebb, az országos földgázhálózat üzembehelyezésével mégis a földgáz jutott a legnagyobb szerephez ebben az iparágban. Részben a földgázvezeték adta lehetőség, részben a PB-gáz kiváló technológiai tulajdonságai miatt, az olaj alkalmazása háttérbe szorult, annak ellenére, hogy számos jól és gazdaságosan működő olajfűtésű finomkerámiai kemence található világszerte.

Az országos földgázhálózat révén a Finomkerámiai Művek három budapesti gyárában, s a hódmezővásárhelyi Alföldi Porcelángyárban térhettünk rá a földgáztüzelésre. A budapesti gyárakban elsősorban már meglevő, más tüzelőszerek használatára tervezett és épített égetőberendezések átállításáról volt szó, míg az Alföldi Porcelángyárban az égetőberendezéseket már eleve földgáztüzelésre tervezték és építették.

Mivel a nagy földgázkinccsel rendelkező országokban (Szovjetunió, Románia, Franciaország) már évek óta alkalmazzák finomkerámiai kemencékben a földgázt, a többéves gyakorlati tapasztalat egyértelmű igenlő választ adott arra az elvi kérdésre, hogy használható-e finomkerámiai kemencékben ez az energiahordozó. Bevezetésénél mégis számos probléma adódott.

Megnehezítette az átállást, hogy sokféle, a legkülönbözőbb energiahordozókat használó (generátor- és PB-gázzal, illetve szénrel üzemelő), egymástól méreteiben és rendszerében nagymértékben eltérő égőtípusokat alkalmazó, nyíltlángú és muffolás, szakaszos üzemű: kamrás, kerek, illetve folyamatos üzemű, alagútkemencéket kellett a földgáz elégetésére alkalmassá tenni. Növelte a feladat nehézségét a hazai tapasztalatok hiánya, s az a körülmény, hogy a földgázprogram beindításakor nem állt rendelkezésre hazai gyártmányú nyomás-

csökkentő, biztonsági és gázmérő berendezés, illetve égő. Ugyanakkor az égetőberendezések sokfélesége mellett törekedni kellett arra is, hogy az alapvető berendezések, vagy szerelvények lehetőleg azonosak, egymással, sőt az egyes gyárak közt is cserélhetők legyenek, a fokozottabb üzembiztonság és minimális tartalékalkatrészkészlet elérése érdekében.

Mindezeket a követelményeket a földgáznak a finomkerámiai égetés szempontjából döntő fizikai, kémiai és tüzeléstechnikai sajátosságaival kellett összeegyeztetni. Mindenekelőtt arra kellett választ adni, hogy az égetőberendezés legfontosabb szerkezeti elemeinek (gáznemű tüzelőszert esetében elsősorban az égőnek) a megváltoztatása nélkül helyettesíthető-e az eddig használatos tüzelőanyag földgázzal (vagy PB-gázzal).

Erre a kérdésre P. Delbourg adott választ a Wobbe-szám és az ún. égéspotenciál közti összefüggés feltárásával. Megállapítása szerint két gáz akkor cserélhető fel egymással — szerkezeti változtatás, illetve égőcsere nélkül — ha az adott égők megfelelő égési feltételek mellett képesek ugyanolyan, vagy egymáshoz nagyon közel eső hőteljesítményt leadni. A kicserélhetőség szempontjából a gázokat két hánnyados jellemzi: a Wobbe-szám

$$W = \frac{E_m}{\sqrt{\delta}}$$

ahol E_m az égésmeleg,

δ a gázfajsúly,

valamint az ún. égéspotenciál, amely a gáz elemi alkotórészeinek térfogatszázalékos aránya és a gázfajsúly négyzetgyökének hányadosa:

$$C = K_1 K_2 \frac{H_2 + 0,7 CO + \sum E(C_n H_m) \cdot C_n H_m + 0,3 CH_4}{\sqrt{\delta}}$$

ahol H_2 , CO , $C_n H_m$, CH_4 a gáz elemi alkotórészeinek térfogatszázalékos aránya, ($C_n H_m$ a metánon kívüli valamennyi szénhidrogént jelent),

K_1 , K_2 pedig arányossági tényezők.

Két gáz tehát akkor cserélhető fel szerkezeti változtatás nélkül egymással, ha a Wobbe-szám és égéspotenciál értékei egymáshoz közel esnek.

A városi és földgázra vonatkozólag ezek az adatok a következők:

	Wobbe-szám, W	Égéspotenciál, C
Városi gáz	5 800—6 200	94—96
Földgáz	12 600—12 800	40—42

E két gáz tehát nem cserélhető fel egymással az égők megváltoztatása nélkül. Nem cserélhető földgázra a generátorgáz, sőt a PB-gáz sem.

Mindezek alapján világos volt, hogy a szilárd halmazállapotú tüzelőszert használó kemencék csak teljes átépítéssel voltak a földgáz elégetésére alkalmassá tehetők, míg a gáz halmazállapotú tü-

zelőszert használó kemencéknél nyilvánvalóan szükségyszerű volt az égőcsere. Az egyéb, szükségessé váló változtatások jellegét és nagyságrendjét a földgáznak a finomkerámiai technológia szempontjából döntő tulajdonságai határozták meg.

Összetételét tekintve az általunk használt földgázt a magas (93,7%) metán, kevés (0,31%) CO_2 és (3,48 %) N_2 tartalom jellemzi. Ki kell emelnünk gyakorlatilag teljes kénmentességét, amely igen előnyös tulajdonság nemcsak a fémberendezések várható élettartam növekedése, de elsősorban technológiai szempontból. (Különösen a porcelánégetésnél fontos, ahol az egymást követő oxidáló és redukáló égetésnél a redukció mértékét csökkenteni lehet, mert nem kell a füstgázokból esetleg az égetendő áruba diffundáló, oxidálásnál szulfittá, szulfáttá alakuló ként szulfidokká redukálni.) A kevés inert gáz azonban magas lánghőmérsékletet okoz, s ez sem szerkezeti, sem technológiai okokból nem kedvező. Könnyen alakul ki ún. szúróláng, amely égetési hibát okozhat. Az inert gázok mennyiségének növelésével csökkenthető a lánghőmérséklet, de ezzel együtt csökken az amúgyis alacsony égési sebesség is. Az inert gáztartalom és égési sebesség közti összefüggést R. Hesse és I. Skunce alapján következő ábra mutatja be (1. ábra). Ugyanakkor a magasabb szénhomológok nem gyakorolnak jelentős hatást az égetési sebességre.

A földgáz elégetéséhez viszonylag sok levegőre van szükség s ez eleve szükségessé teszi a földgáztüzelésre való áttérésnél a meglévő levegőszállító berendezések teljesítőképességeinek kritikai vizsgálatát. Tekintettel arra, hogy a levegőszállító berendezéseket elég magas biztonsági tényezővel tervezték az adott égetőberendezésekhez, a gyakorlat azt bizonyítja, hogy a teljesítmény növelésére nem volt szükség, annak ellenére, hogy míg az 1 Nm^3 levegővel elégetett gáz fűtőértéke generátorgáz esetében 1174 kcal, addig a metánnál ugyanez csak 898 kcal, s így ugyanolyan fajlagos hőfelhasználás esetében lényegesen több levegőre van szükség földgázás égetésnél.

Más a helyzet azonban a keletkezett füstgázak mennyiségét illetően. A metán, illetve földgáz elégetésekor viszonylag kevesebb füstgáz keletkezik, mint a generátorgáz elégetésekor. Ezt mutatja az 1 Nm^3 -füstgázra eső gázfűtőérték kcal-ban is:

1 Nm^3 füstgázra eső gázfűtőérték (kcal)

Metán	812
Városigáz	843
Generátorgáz	705

Ez viszont a füstgázelszívóberendezések és huzatszabályozók esetleges megváltoztatását tételezi fel, egyúttal felveti a tényomás esetleges csökkenése okozta hőkiegyenlítési problémák vizsgálát is.

A mintegy 20%-kal kevesebb füstgáz a Kőbányai Porcelángyár kemencéinél már gondokat okozott, mivel a huzatszabályozók optimális szabályozási tartományán kívül esett az az érték, amelyre az adott füstgázmennyiség mellett a huzatot, illetve a kemence adott pontján a tényomást szabályozni kellett. Redukciós égetésről, és szakaszonkénti gáz és levegőadagolásról lévén szó ugyanis nem lehetett megfelelő fölös mennyiségű levegővel, illetve a leszívó csatornák zárjainak a szabályozásával a tényomást a kellő értékre növelni. Így kényszermegoldásként az elszívó ventillátorok teljesítményét kellett csökkenteni, hogy a szabályozóberendezés ismét az optimális szabályozási tartományban működjön.

A tényomáscsökkenés okozta hőkiegyenlítési zavarok is jelentősek voltak. Annál a kemencénél, ahol a csúshőmérsékleti szakaszban nem voltak felső égők, a hőkiegyenlítetlenség kedvezőtlen körülmények közt elérte a 100°C értéket is. Ezen kizárólag a kemencetér felső részében elhelyezett pótégők segítettek, de egyértelműen megállapítható, hogy ez esetben szerkezeti változtatás is szükséges és a kemence nagyjavításakor erre sor is kell, hogy kerüljön.

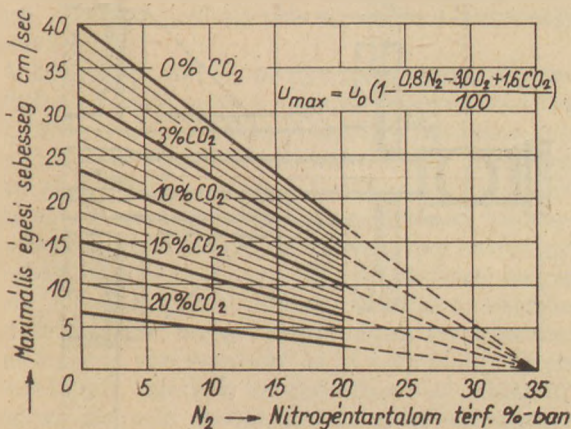
Az esetleges szerkezeti változtatásokra vonatkozólag még két sajátosság gyakorolhatott fontos hatást: az égési sebesség és lánghőmérséklet komplex viszonya, valamint az elégéskeletkezett füstgáz hőtartalma.

A három, legelterjedtebb gáz égési sebessége és lánghőmérséklete a következő:

	Égési sebesség cm/sec	Lánghőmérséklet $^\circ\text{C}$
Városi gáz	74	1967
Földgáz	30	1920
Generátorgáz	28	1800

Jóllehet a finomkerámiai égetésnél a hosszú, kevésbé tömör, ún. lágyláng kialakítása elengedhetetlen s e tekintetben a kis égési sebesség következtében viszonylag hosszú láng a földgáz előnyös tulajdonságának látszik, az égők fajlagos teljesítményét tekintetbe véve a magas fűtőérték következtében egyúttal nagyobb számú már meglévő égőkamra esetében már nehezen szabályozható és instabil égést is jelenthet, s így nem értékelhető mindenképpen kedvezően ez a tulajdonsága. Gyakorlati követelmény: az igen finom megmunkálású, pontosan szabályozható égőcsap, vagy szelep kis teljesítményű égők esetében.

A kis égési sebesség egyúttal a levegővel való rosszabb keveredést tesz lehetővé. Különösen jelentős ez, ha figyelembe vesszük, hogy a földgáz elégetéséhez nagyobb mennyiségű levegőre van szükség, mint generátorgáz esetében. A jobb keve-



1. ábra. A maximális gyúlási sebesség az inert gáztartalom térfogatszázalékának függvényében

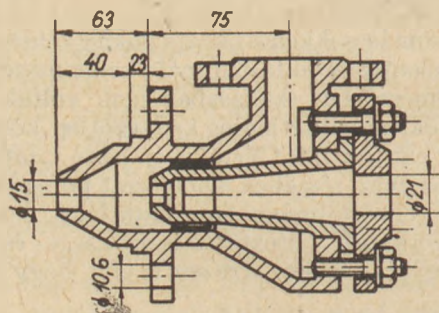
redést nagyobb gáz, illetve levegőnyomással lehetne kompenzálni, de ez egyúttal a finomkerámiai égetés számára kedvezőtlen, tömör, rövid láng kialakulását is jelenti. Ez a körülmény a nyítlángú kemencék esetében eleve kizárta a magasnyomású, injektoros égők alkalmazásának lehetőségét.

A már ismertetett tüzeléstechnikai jellemzők alapján az égőkkel szemben a következő követelményeket kellett figyelembe venni:

1. Láng, hosszúlángot kell adniuk, ennél fogva elsősorban a kisnyomású égők alkalmazásáról lehetett szó.

2. Olyan nyomásviszonyok mellett működő égőtípust kellett keresni amelynél egyrészt a már meglevő nyomásmérő és szabályozó berendezések, másrészt a levegőt szállító ventillátorok továbbra is használhatók, s legfeljebb kismérvű átalakítás válik szükségessé.

3. A kis nyomás okozta rossz keveredés miatt általában, a porcelánégetésnél pedig a redukáló égetés miatt különösképpen elhanyagolható az égők hőtechnikai hatásfoka a földgáz egyéb technológiai előnyei mellett.

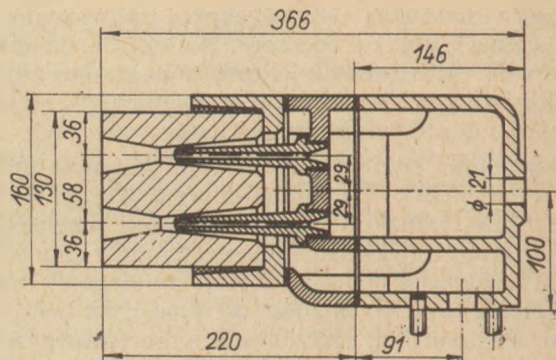


2. ábra. Földgázégő I.

E követelményeket figyelembe véve az ÉVM Gyárkémiény-, Kazán-, Kemenceépítő, Hő- és Savszigetelő Vállalat két égőtípust dolgozott ki kísérleti jelleggel (2., 3. ábra). Az égők egy kiskeresztmetszetű, 21 m hosszú kísérleti alagútkemencében kerültek kipróbálásra. Mindkét égő előkeveréses rendszerű és szekundér levegőt is alkalmaz. A 2. ábrán bemutatott égőnél az égők tényleges teljesítménye a tervezettnél mintegy kétszerese, a stabil üzemeléshez szükséges égő előtti gáznyomás is nagyobb, viszont a levegő kilépő szelvények nagyobbak a szükségesnél, s így különösen a szekundér levegő nyomása kicsi.

A 3. ábrán bemutatott égő stabil üzemeltetéséhez az égéshez szükséges teljes levegőmennyiséget az égőn keresztül kell bevinni így nem osztható meg primer, illetve szekundér mennyiségre. E körülmény miatt nem is ad láng, hosszú lángot, s nem is került végleges beépítésre.

A Kőbányai Porcelángyárban és a Gránitgyárban a földgáztüzelésre való átállásnál a legfontosabb követelményeket figyelembe véve a lehető legegyszerűbb égőtípust építették be. Az égő nem más, mint egy szilimanit kerámiai cső, melyet saját anyagából készült előre beragasztott tárcsa szűkít le a végén. A szilimanit csövet egyszerűen a már meglevő égőfejbe helyezték és a hálózatra való csatlakozással üzemképessé is vált (4. ábra). E látszólag



3. ábra. Földgázégő II.

rendkívül primitív megoldás a gyakorlatban jól bevált, mert képes kielégíteni a finomkerámiai égetési technológia leglényegesebb követelményeit.

Az égőn kívüli, elsősorban az égőkamrák méreteit, szerkezeti kialakítását befolyásoló tényező a földgáz elégetésekor keletkezett füstgáz hőtartalma. A gáz fűtőértékének és a keletkezett füstgáznak a hányadosa, a füstgáz ún. hőtartama:

$$i_0 = \frac{F}{V} \text{ kcal/Nm}^3$$

ahol i_0 füstgáz hőtartalma kcal/Nm³-ben

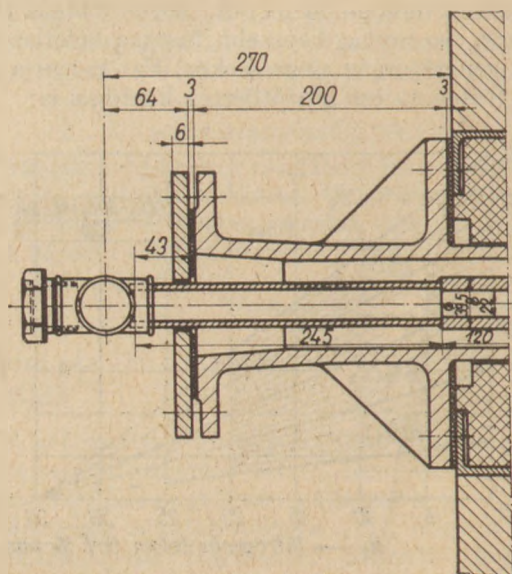
F a gáz fűtőértéke kcal/Nm³-ben

V a keletkezett füstgáz mennyisége Nm³/Nm³-ben

A legelterjedtebb gázok füstgázának hőtartalma a következő:

	Füstgáz hőtartalma, kcal/Nm ³
Városi gáz	843
Földgáz	812
Generátorgáz	705

A földgáznak a generátorgázhoz viszonyított magasabb füstgáz hőtartalma egyrészt felveti az égőkamrák anyagának felülvizsgálatát, másrészt pedig méretezését is. Általános elv az égőkamrák méretezésével kapcsolatban, hogy meg kell akadá-



4. ábra. A földgáz égőfej beszerelésének vázlata

lyozni a kellőképpen el nem keveredett és ezért még nem égő gáz-levegő elegynek a hideg kemencefalhoz, égőkamra falhoz való ütközését. Ez különösképpen a nem tömör, hosszúlángú, kis égési sebességű, rosszul keveredő földgáznál fontos. A gyakorlat behizonyította, hogy a generátorgázra tervezett Riedhammer típusú kemencék égőkamráinak a mérete éppen az alsó határérték közelében mozog, mivel kedvezőtlen körülmények között lehetővé válik a még el nem égett gáz-levegő elegynek a hidegebb lánghőterelő falhoz való ütközése és ennek következtében elemi szénkiválás az ún. kokszosodás.

A kokszosodás minden körülmények közt előáll, ha csökken a gáz és levegő nyomása, vagy a primér levegő aránya, illetve az elégetéshez szükséges levegő nagyobb részét szolgáltatató szekundér levegő hálózati nyomása.

A viszonylag kedvezőtlen tapasztalatok ellenére vállalni kellett azt, hogy a termelés kiesés elkerülése érdekében az eredeti égőkamrák változtatás nélkül legyenek alkalmazhatók.

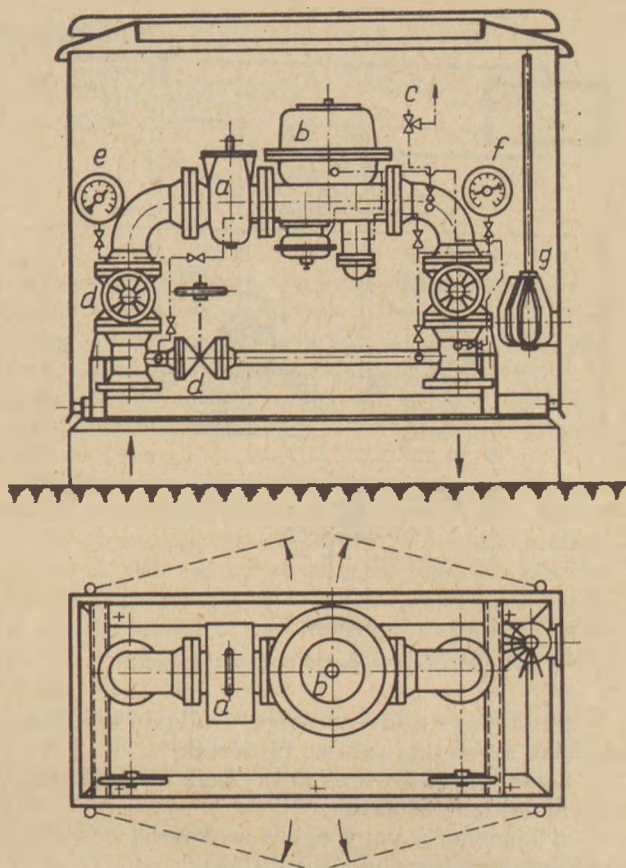
A már ismertetett alapelvek alapján dönteni kellett afelől, hogy a szükséges fogyasztás és technológiai előnyös égők előtti nyomásviszonyoknak milyen gáznyomás szabályozó (gázfogadó állomás) berendezés kerüljön felhasználásra. A fogadóállomással szemben támasztott legfőbb kíváncsi az automatikus szabályozás és a megbízhatóság volt. A gerinchálózat 6 atmoszférás üzemi nyomását lehetőleg egy lépcsőben kellett 300—500 mm v. o. nyomás értékre csökkenteni. Nem volt elhanyagolható a helyigény és az előírás sem, hogy a fogadóállomást konstans hőmérsékleten kell tartani, tehát fűteni kell.

A Fővárosi Gázművek a tervezés időpontjában kötelezőleg írta elő a kétágas, kerülőutas szabályozórendszer alkalmazását.

Valamennyi említett követelményt kielégített a Waagner—Biro cég által gyártott fogadóállomás (5. ábra).

E fogadóállomás típussal megtakaríthattuk a szokványos nagyméretű, repülőtetős megoldású, költséges biztonsági berendezésekkel ellátott, nagy személyzetet igénylő, régebben elterjedt fogadóállomás felépítését. A fogadóállomás üzembehelyezése óta eltelt másfél év alatt üzemzavar nélkül ± 5 mm v. o. nyomás differenciával tartja a beállított értéket. A pontos szabályozás az alapja a biztonságos égetésnek.

A 300—450 mm v. o. nyomásra leszabályozott földgázt elégetés előtt a gázmennyiségre számított 40% levegővel keverjük. E keverés hatására, mint már rámutattunk, a megnövekedett inert gázmennyiség következtében csökken a finomkerámiai égetés szempontjából meglehetősen veszélyes magas lánghőmérséklet, de kedvezőtlen hatást gyakorol az égési sebességre. Ennek ellenére mégis a keverés mellett kellett dönteni, mert az ilyen arányban kevert gáz-levegő elegy olyan nyomásviszonyok mellett volt égethető az át nem alakított égőkamrákban, amelyek használatánál az eddig már meglevő nyomás szabályozó és mérőberendezések minden változtatás nélkül, vagy kis átalakítással továbbra is alkalmazhatók voltak. Éppen a kisebb



5. ábra. Waagner—Biro-féle gázfogadó állomás szerelvény*

* a — porszűrő, b — nyomásszabályozó, c — lefúvató szelep, d — zárószelep, e — nyomásmérő (beérkező nyomás), f — nyomásmérő (szabályozott nyomás), g — gázfűtő berendezés (Petty körte)

égési sebesség következtében kénytelenek voltunk a generátorgázhoz képest nagyobb égő előtti nyomásviszonyokat kialakítani a szekundér levegővel való jobb keveredés érdekében.

A levegőkeverés Venturi-csőves módszerrel történt, SELAS rendszerű turboventillátorokkal.

Tekintettel a fogyasztás változásaira, a gáz-levegő arányának kézzel való átállítása nagyfokú bizonytalanságot okozott a gáz fűtőértékében. A hiba kiküszöbölése érdekében pneumatikus gáz-levegő arányszabályozót építettünk be (6. ábra).

A szabályozó konstans értéken tartja a tetszőlegesen beállított gáz-levegő arányt, s így — feltételezve a vezetéken érkező földgáz viszonylag azonos összetételét — stabil égési feltételeket teremt.

Egyidejűleg rátértünk a nyomás szabályozásról a mennyiségi szabályozásra. Ez a kemence szabályozása szempontjából bonyolultabb de megbízhatóbb és jobban ellenőrizhetőbb módszer.

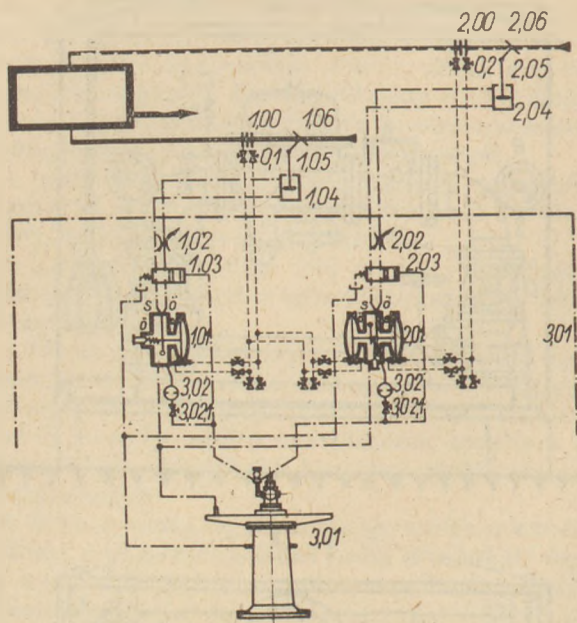
Generátorgáznál régebben a gáz nyomás szabályozása esetében az égetés befolyásolására a következő lehetőségek voltak:

— feltételezve, hogy a fővezeték nyomása konstans volt, a gáz fűtőérték változása,

— a nyomásszabályozó központi megváltoztatása,

— az égők nyitása, vagy zárása.

A földgáztüzelésre való áttérés alkalmából megvalósított mennyiségsszabályozásnál a következő tényezők befolyásolhatják az égetést:



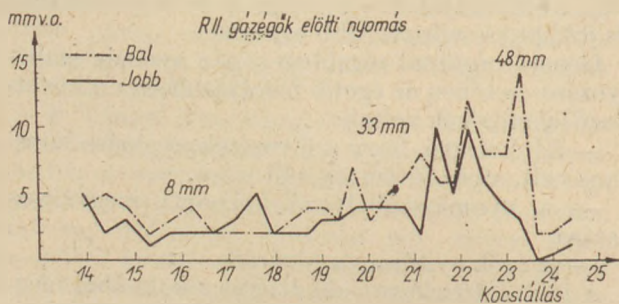
6. ábra. Gáz—levegő arányszabályozó

- feltételezve a fővezetékben uralkodó konstans nyomást, az esetleg változó fűtőérték,
- a gáz-levegő keverék arányának megváltoztatásával változó fűtőérték,
- a kemencét, vagy egyes szakaszokat szabályozó mennyiség szabályozó állítása.

Külön sajátossága a mennyiségi szabályozásnak az, hogy a szabályozó berendezés névleges értékének változtatása nélkül az égők nyitásával vagy zárásával a beadagolt gázmennyiség nem változtatható, de megváltozik az egyes égők égési sebessége, az égők előtt kialakult nyomás függvényében.

Éppen ezért az égőket szisztematikusan a megfelelő égési szakasz számára legalkalmasabb mennyiségi és nyomás viszonyokra kell beállítani. E rendszert mutatja a következő ábra (7. ábra).

Az összefüggések felismerése révén kínálkozó helyes megoldások alkalmazásával lehetővé vált gyakorlatilag teljes leállás nélkül átállítani generátor gáztüzelésről földgáz tüzelésre olyan nagyméretű alagútkemencéket is, mint a Riedhammer cég által épített alagútkemencék a Kőbányai Porcelángyárban. A leállás csupán arra korlátozódott, hogy az égőfejeknek a hálózatra való csatlakozásának mintegy 6 órás időtartama alatt szünetelt teljes mértékben az égetés.



7. ábra. Gázégők előtti gáznyomás elosztás a kemence tengely mentén

Bár a fokozottabb robbanásveszély bonyolultabb biztonsági berendezéseket és gondosabb kezelést, elnyúltebb kemence tűzvezetést igényelt, a földgáz említett hátrányai ellenére is kitűnően használható finomkerámiai kemencékben.

Befejezésül a földgáz nyilvánvaló gazdaságossága mellett meg kell említenünk még, hogy fajlagos energia megtakarítás is jelentkezett mintegy 4—8% értékben. A generátor hatásfokát figyelembe véve, szénalapra számítva — különösen a Kőbányai Porcelángyárnál, ahol a legrosszabb minőségű, de kénben szegény szenet használták —, a fajlagos energiamegtakarítás jelentős, mintegy 32 százalék.

A Finomkerámiai Művek egészét tekintve a generátor házak megszüntetésével jelentkező létszám és bérmetakarítás, a generátorgáz magas önköltsége és a földgáz viszonylag alacsony ára közti különbség, az értékcsökkenés leírások kisebb mennyisége több millió Ft nagyságrendű évenként.

Az elért gazdasági és technológiai előnyök nem végállomásai, hanem kiindulópontja a földgáz programnak, mert a kezdeti szakaszban szerzett tapasztalatok alapján a még gazdaságosabb és eredményesebb technológiai felhasználás képezi jövő feladatunk tárgyát.

IRODALOM

- Bauer, G.: Probleme bei der Umstellung der Tunnelöfen von Generatorgas auf Ferngas oder Erdgasbeheizung. Silikat Journal, 1966. 1/2. sz. 22—23 old.
- Delbourg, P.: Caractéristiques de combustion et utilisation du gaz manufacturé et du gaz naturel. Flamme et Thermique 11 kötet. 137 sz.
- Hesse, R. és Skuncke, I.: Erdgase und ihre, für die Brennkonstruktion massgebliche Eigenschaften. Die Ölfeuerung, 1962. jan. 49—53 old.
- Jerphanion, J. de: Utilisation du gaz naturel dans l'industrie céramique. L'Industrie Céramique, 1958. április, 105—108 old.
- Ketel, L.: Erfahrungen bei der Umstellung auf Erdgas. Das Gas und Wasserfach. 1964. aug. 33. füzet.
- Móri Béla: Gázelegyek égési sajátosságai, ipari vagy háztartási felhasználásának feltételei. Budapest, 1955.
- Többen: Tunnel Kiln Firing with Natural Gas. Claycraft, 37 kötet 9. sz. 350—355 old.
- Többen: Les applications industrielles du gaz naturel. Párizs, 1960.

Abod László: Szénhidrogéntüzelés finomkerámiai kemencékben

A hazai finomkerámiaipar viszonylag rövid idő alatt teljesen áttért a szénhidrogéntüzelésre. Tapasztalatok hiányában kezdetben nehézségek mutatkoztak, főként tüzeléstechnikai vonatkozásban, mert meglevő kemencéket kellett új tüzelőanyagra átállítani. A tüzelőanyagok — főként a gázneműek — cserélhetősége tekintetében külföldi irodalomra és kutatásokra támaszkodva sikerült az átállást nagyobb üzemviteli szünet nélkül megoldani. Az átállítás több szakcég bevonásával történt, aminek következtében az egyes berendezések különböztek egymástól. Az időközben a berendezéseken szerzett tapasztalatok alapján, a könnyebb karbantartás és kevesebb tartalékalkatrész érdekében, tipizálták a gázátvevő és szabályozó állomásokat, az égőket és egyéb alkatrészeket.

(Folytatás a 80. oldalon)

A tüzeléstechnika és energiagazdálkodás újabb eredményeinek alkalmazása a szilikátiparban*

MAKOLDI MIHÁLY
Szilikátipari Központi Kutató
és Tervező Intézet

A tüzeléstechnika- és az energiagazdálkodás a huszadik században fejlődtek tudományos színvonalra. Ebben is érvényesült a különböző tudományágak kölcsönhatása.

Az energiaátalakító és felhasználó berendezések teljesítményének növelése iránti igény, az időnként főként Európában bekövetkezett energiahiány arra késztette a tüzeléstechnikusokat, hogy behatóan tanulmányozzák a hőtechnikai és tüzeléstechnikai problémákat a nagyobb hatásfokú energiafelhasználás elérése érdekében. Igyekeztek ezeket a tudományágakat az empirikum színvonaláról az exakt ismeretek szintjére emelni. Az ötvenes években a legtöbb fejlett ipari államban alapos kutató tevékenység indult meg a hőtechnika és tüzeléstechnika terén, aminek eredményei lehetővé tették nagy teljesítményű hőtechnikai berendezések, erőművi kazánok, ipari kemencék, hőerőgépek megalkotását. A szilikátiparban is ezidőtájt jelennek meg a nagy teljesítményű égető és hőkezelő egységek.

Az utóbbi évtizedben az energiahelyzet világviszonylatban megváltozott. A szén mellett egyre nagyobb teret hódít a folyékony és gáznemű szénhidrogének tüzelőanyagként való felhasználása.

Az új követelmények kielégítésére való törekvés és az új energiabázisra való áttérés során kiderült, hogy hiányosak a hőtechnikai, az égéssel kapcsolatos kémiai és fizikai ismeretek, nincs egységesen kialakult energiagazdálkodási szemlélet sem. Ilyen körülmények között indult meg széles körben a lángvizsgálat, melyben az első nagy horderejű úttörő munkát az Ijmuidenben működő nemzetközi lángkutatási együttműködés végezte.

Az égéssel kapcsolatos régebbi sztatikusnak mondható szemléletet mind inkább a dinamikus szemlélet váltotta fel. A kutatás már nem elégedett meg az égés megindulásának, a keletkező égéstermékek és a felszabaduló hőenergia mennyiségének vizsgálatával. Ki akarta deríteni az égés lefolyásának menetét, a befolyásolás lehetőségeit, a felszabadított hőmennyiség átadásának körülményeit és hatékonyabbá tételének feltételeit.

A kémikusok az égésben lejátszódó reakciók láncolatát vizsgálták. A hőtechnikusok az égés során felszabaduló hőnek a hevített anyaggal való közlését tanulmányozták. Fontos volt megtudniuk, hogyan függ össze az égés hőszintje a tüzelőanyag fajtájával és minőségével; mik a hatékony hőátadás feltételei és összefüggése a hőszinttel, végül mindezek milyen mértékben befolyásolhatók. A láng-

vizsgálat beigazolta, hogy a nagy hőmérsékletű hőátadás túlnyomóan sugárzás útján megy végbe. A láng sugárzóképesége azonban nem növelhető tetthesz szerint, mert az a tüzelőanyag minőségétől, az elégségs körülményeitől is függ, sőt a láng sugárzóképesége csak bizonyos hőmérséklet szintig növekszik, utána csökken.

Az égés, a láng és a hőátadás kutatása komplexitásánál fogva eredményt csak a kémikusok, fizikusok és mérnökök szoros együttműködése mellett hozhatott. Ennek az együttműködésnek köszönhető, hogy összekapcsolódott a kutatás a gyakorlattal. Megszülettek a nagy termelő egységek, csökkenteni lehetett a fajlagos hőfelhasználást addig alig remélt szintre.

A kutatás behozonyította, hogy az égés fizikai folyamatok láncolatával kezdődik, melyet több nagyságrenddel gyorsabban lejátszódó kémiai reakciók követnek. A fizikai folyamatok között az áramlástechnikaiak a döntőek. A kémiai reakciók pedig nem egyszerű, egy lépésben végbemenő reakciók, hanem legtöbbször reakciók láncolatán át jutnak el végállapotba.

A láng sugárzóképesége a lángban keletkező korróziósizásnak és sűrűségének függvénye. A lángot alkotó gázok sugárzásának viszonylag sokkal kisebb szerep jut. Nagyrészt tisztázódott a szilárd, cseppfolyós és gáznemű tüzelőanyagok elégségének mechanizmusa, a lángsugárzás befolyásolásának módja és határai.

Az égés lefolyásának elméleti kutatása terén a szovjet kutatók értek el kimagasló eredményeket.

Beigazolódott, hogy az égés lefolyása szorosan összefügg a tüzelőanyag és az égési levegő találkozásának, keveredésének módjával és körülményeivel, valamint a tüztér alakjával, hőállapotával, hőterhelésével és hőmérsékletével. Széleskörű vizsgálatok folytak az ún. égők, vagyis a tüzelőanyag és az égési levegő keveredését elősegítő szerkezetek sajátosságainak megismerésére. A kísérleti és elméleti munka alapján kidolgozták az égők szerkesztésének és méretezésének alapelveit és módszerét. Kiderült, hogy az égők számtalan kiviteli formája és szabadalmazott megoldása áttekinthető rendszerbe foglalható. Az ismertté vált szerkesztési célok és módszer segítségével a legkülönbözőbb céloknak megfelelő égők kellő biztonsággal szerkeszthetők és építhetők.

Ugyanígy a tüzterek szakszerű vizsgálata, az égők és tüzterek kölcsönhatásának tanulmányozása ezen a téren is megbízható tervezési módszerekhez vezetett. A kísérletsorozatok pedig kellő mértékű adat birtokába juttatták a tervezőket, hogy ne legyenek kénytelenek becslésekre támaszkodni.

Kiderült, hogy az égés közelében — a nagy hőmérsékletű részben — a hőátadás túlnyomóan su-

* Az 1968. szeptember 25—27-én megtartott Szilikátipari Energiagazdálkodási Konferencián elhangzott záróelőadás.

gárással játszódik le, a hőmérséklet csökkenésével pedig egyre inkább a konvektív hőátadás lép előtérbe. Természetesen a hővezetés szerepe sem jelentéktelen, különösen a hevített anyagon belül. Rendszerint mindhárom hőátadási mód párhuzamosan érvényesül, csak hol egyik, hol másik jelentősebb.

Az említett hőtechnikai és égéstechnikai kutatással párhuzamosan folyik az égető és hőkezelő berendezéseken belüli folyamatok kutatása. Igen lényeges felismerés, hogy a hőfolyamatokat célszerű a hőmérsékletszint szerint több részre bontva vizsgálni. Így jobban követhető a hevített anyag és a hőt szolgáltató égés, illetve a hőhordozó közeg közötti hőcsere.

A szilikátiparban zömében nagy hőmérsékletet igénylő hőkezelésről van szó. A technológiai folyamatban tehát a nagy hőmérsékletű részé a döntő szerep, amit a folyamat fő-hőrendszerének is szoktak nevezni. A fő-hőrendszerből a hozzá csatlakozó kisebb hőmérsékletszintű rendszerbe átlépő hőmennyiség kihasználhatósága dönti el az egész rendszer gazdaságosságát. A hőkezelési folyamatok ilyen szemlélete nagy mértékben hozzájárult az összefüggések tisztázásához és a tervezés, sőt az üzemvezetés biztonságosabbá tételéhez.

A nagy energiameennyiségeket fogyasztó szilikátipar világszerte az elsők között igyekszik az újabb tudományos eredményeket gyakorlatilag hasznosítani. A Szilikátipari Energiagazdálkodási Konferencián erről több előadásban is értesültünk. Seidel-Sörgel képet adott a lángkialakulás és a hőátadás összefüggéséről a klinkerégető forgókemencében.

Csizi a téglá- és cserépipar különböző tüzelőanyagokkal fűtött és egymástól eltérő rendszerű alagútkemencéi összehasonlításával foglalkozva említette az újabb ismeretek felhasználását.

Vasadi a mészégető aknás és forgókemencék összevetése során utalt az újabb megállapításokra.

Leblanc a francia üvegyártásban bevezetett földgáztüzelés tapasztalatait ismertette.

Ahod a hazai finomkerámiaipar szénhidrogén bázisra helyezéséről számolt be, kihangsúlyozva az elméleti ismeretek fontosságát és hasznát.

Az előadásokból kitűnik, hogy a hőkezelő és égető berendezések tervezésében és üzemi gyakorlatában nem nélkülözhetők a kutatás eredményei és útbiztosításai.

A kutatás és tervezés szoros együttműködése hozta létre például a cementiparban a napi 2000—3000 tonna klinkert termelő kemenceóriásokat, fejlesztette ki a félszáraz és száraz eljárást, az ezekhez felhasznált különleges hőcserélőket. Az új nagy teljesítményű berendezések fajlagos hőfelhasználása is sokkal kedvezőbb.

A hőtechnika és tüzeléstechnika viszonylagos fejlettségének köszönhető, hogy az energiabázis változásával kapcsolatos áttérés az új tüzelőanyagokra az ipari államokban mondhatni különösebb nehézség nélkül valósulhatott meg. Az áttérés nemcsak megtörtént, de az új hatékonyabb tüzelőanyagokban rejlő jobb minőségi tulajdonságokat is sikerült kiaknázni a fajlagos hőfelhasználás tetemes csökkentése formájában.

Hazai cementiparunk is követi a fejlődés általános irány vonalát. Új üzemünk félszáraz (Lepol eljárás) és száraz (lebegtető eljárás) technológiára épülnek. Nagyságrendjük is követi a külföldi példákat, amennyiben évi termelési kapacitásuk 1—2 millió tonna cement.

A mészipar is igyekszik messzemenően kihasználni a kutatás újabb eredményeit. A jól bevált koksztüzelésű aknás kemencék napi 100—150 tonna teljesítményükkel már nem képesek kielégíteni a növekvő igényeket. A kokszihiány, a kokszt magas ára a szénttüzelésű és generátorgáz-tüzelésű, majd később az olaj- és földgáztüzelésű aknás kemencék kifejlesztéséhez vezetett. Ez azonban csak a tüzelőanyag problémát oldotta meg. Az aknás kemencék teljesítménye nem növelhető a szokásos 100—150 t/nap többszörösére. A fejlődés azonban egyre nagyobb teljesítményű termelő egységeket követelt. Át kellett térni a nagyobb kapacitású forgókemencés mészégetésre, annak ellenére, hogy ez nagyobb fajlagos hőfelhasználással járt. A forgókemencéket kombinálva rostély szerkezetű, vagy aknás előmelegítővel és hűtővel sikerült a fajlagos hőfelhasználást csökkenteni.

Néhány különleges mészégető berendezést is kifejlesztettek, melyek közül a legjelentősebb a Heiligenstaedt-féle keresztáramú recirkulációs rendszerű. Előnye, hogy az égetési hőmérséklet szoros határok között tartható, a berendezés könnyen szabályozható és teljesen automatizálható. Hátránya, hogy az égetett mészkegnek viszonylag aprónak (20—40, vagy 40—80 mm) és jól osztályozottnak kell lennie.

A mészkemencék építése terén hazai eredményekre és export teljesítményekre is hivatkozhatunk. Az első sikereket forró generátorgázzal tüzelő kemencékkel érték el. Később építettünk olaj- és földgáztüzelésű aknás kemencéket. Iparunk mészégető forgókemencék építésére is kiterjeszkedik.

A téglá- és cserépipar az iparilag fejlett országokban mindenütt fokozatosan áttér az általánosan használt körkemencékről az alagútkemencékre. Ezt az irányzatot követjük mi is.

A körkemencékben a téglát és cserépet mindenütt a legsilányabb szénfélésekkel égették. A szén silányága azonban relatív fogalom. Vannak országok ahol a 3000 kcal/kg fűtőértékű szén is silánynak számít, míg nálunk az ilyen szenet még jónak tekintjük, sőt tüzelőanyagnak vagyunk kénytelenek tekinteni az 1000—1200 kcal/kg fűtőértékű bányameddőt és egyéb hulladékokat is. Ilyen körülmények között fejlesztette ki tégláiparunk a bekeveréses égetési eljárást.

Új törekvés a műsáritással kapcsolt téglá- és cserépetés energetikailag kielégítő módon.

Az üvepipar energetikailag fontos törekvése az üvegelosztó kemencék fejlesztése, a kádkemencék felületegységére vonatkoztatott teljesítmény növelése, a fajlagos hőfelhasználás csökkentése. Tipikusan olyanok ezek a feladatok, amiket csak alapos hőtechnikai és tüzeléstechnikai felkészültséggel lehet megoldani. Az említett tudományágak ma már állnak olyan szinten, hogy tudatosan lehet a fej-

lesztést szolgálni és nem kell bizonytalan próbálkozásokban reménykedni. Itt utalok Leblanc előadására.

Hazai viszonylatban az üvegipar problémái még a nagy CO_2 tartalmú földgáz felhasználásának megoldásával is bonyolódnak. Ezen a téren résziskerekről emlékezhethetünk meg. Egyik üveggyárunk már használ nagy CO_2 tartalmú földgázt, de még sok fáradságot igényel a teljes siker. A nehézség abban mutatkozik, hogy a hagyományos generátorgáz-, nagy fűtőértékű kokszológáz- vagy olajtüzelésű kemencék tervezési és üzemviteli tapasztalatai rendelkezésre állnak, de a nagy oxigénkoncentrációjú ballasztgázt tartalmazó földgáz tüzeléstechnikai viselkedése terén még sok tisztázásra váró kérdés merül fel. Ezen a ponton egyelőre az ismeretek határához értünk, de biztosan remélhető, hogy csak rövid ideig tartó megtorpanásról és nem megállásról van szó.

A *finomkerámiaipar* az üvegiparhoz hasonlóan már régen áttért közvetlen széntüzelésről gáz- és olajtüzelésre. Az energiabázis változása ebben az iparágban volt legkönnyebben végrehajtható. A kutatás az utóbbi évtizedben alaposan tisztázta a gázféseségek cserélhetőségének tüzeléstechnikai feltevéit.

Hazai finomkerámiaiparunk átállítását generátorgázzal földgázra jól felkészült szakcégek segítették elő. Ezek hozzáértő módon és többnyire az üzem leállításánál nélkül, menetközben hajtották végre az átállítást.

A Szilikátipari Energiagazdálkodási Konferencián elhangzott előadások azt tanúsítják, hogy hazai körülményeink között még számos kérdés vár megoldásra. Ezeknek csak egy viszonylag kis része olyan, ami különleges kutatást igényel.

Az ipari államokban és nálunk is folyó széleskörű kutatás számos alapvető hőtechnikai és tüzeléstechnikai kérdést tisztázott és ezáltal egyrészt megteremtette a további sikeres kutatás alapjait, másrészt lehetővé vált az új ismeretek szintetikus alkalmazása.

A jelenségek megismerését követi a befolyásolás, szabályozás kidolgozásának igénye. A cél a teljes gépesítés és automatizálás megvalósítása. Ezen a téren is megtettük a kezdő lépéseket. A kutatás és a technológiai tapasztalat számos részismeretének birtokában a tervezés már képes a technológiai folyamat egyes láncszemeit a mérés és szabályozás segítségével önműködő láncokká kapcsolni. Nem mondhatjuk még, hogy eljutottunk volna valamilyen kiértékelhető állapothoz. Még sok a tennivaló, hogy az automatika valósággal üzemi kellékké válhasson.

Az *energiagazdálkodás* is fiatal tudomány. Első pillanatra a közgazdaság keretébe tartozónak látszik. Jobban szemügyre véve azonban műszaki és gazdasági tudomány ötvöze. Az energiagazdálkodás közös szemléletbe foglalja össze az energiatermelés, elosztás és felhasználás műszaki és gazdasági kérdéseit. Tevékenysége az energiakészletek felmérésével kezdődik, folytatódik a kitermelés módjait, az átalakítás, elosztás és felhasználás vizsgálatával, irányításával. Minden területen

irányjelzőként a gazdaságosság szerepel. Ez a céltudatos gazdálkodás kiterjed az egész népgazdaságra, iparra és kommunális ellátásra egyaránt, így természetesen a szilikátiparra is.

Az energiagazdálkodás műszaki és gazdasági optimumra törekszik. Az energiahordozók elosztásában tehát azokat a fogyasztókat részesíti előnyben, akik az adott energiahordozókat a legnagyobb haszonnal képesek felhasználni. Ez a tudományág módszereket dolgozott ki a fogyasztók osztályozására, az energiafelhasználás hatékonyságának megítélésére. Az energiahordozók minőségi tulajdonságait a legjobban kihasználó fogyasztók között szerepel a szilikátipar. Ebből következik, hogy ma már senkit sem kell meggyőzni arról, hogy a szilikátipar jogosult az új energiabázis mellett szénhidrogének igénybevételére.

Szilikátiparunk jövőbeli energiabázisára vonatkozó kutatás a szilikátipar fejlesztési előirányzatából és a változott energiabázisból indult ki, amivel Farkas megnyitó előadásában részletesen foglalkozott.

Vajta, Rapp és Póra előadása tájékoztatást adott az olaj-, földgáz- és PB gáz-ellátás helyzetéről és távlati fejlesztési tervekről. Az energiabázisra vonatkozó kutatás megállapításaival egyhangzóan lerögzítették, hogy a szilikátipar energiaigényét most és a távolabbi jövőben is ki lehet elégíteni, nemcsak mennyiségileg, de a szilikátiparnak legmegfelelőbb tüzelőanyagokból. A szilikátipar egyes ágai tehát céljaiknak és az országos energiagazdálkodás optimumának megfelelő tüzelőanyagok között válogathatnak.

Az energiabázis vizsgálatával foglalkozó kutatás arra is egyértelmű választ adott, hogy a cementipar új termelőegységeit olajra, vagy földgázra kell tervezni, a meglévő üzemeket pedig csak a szénbányászat érdekeinek sérülése nélkül szabad szénhidrogénekre átállítani.

A mésziparban indokolt a teljes áttérés szénhidrogénekre. Ugyanez vonatkozik az üveg- és finomkerámiaiparra. A téglá- és cserépiparban a szén mellett főként a földgáz jöhet szóba, de csak ott és olyan mértékben ahogy azt a helyi adottságok — lelőhelyek és távvezetékek közelsége és gázfésesége — indokoltá teszik. Ebben az esetben is az alagút-kemencés üzemeket kell előnyben részesíteni, mert a körkemencés üzemek átállása rendszerint kevés gazdasági és energetikai eredménnyel kecsegtet.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy a hőtechnika és tüzeléstechnika fejlődése segíti a szilikátipar fejlesztési célkitűzéseinek elérésében.

A tervszerű energiagazdálkodásnak pedig többek között azt is köszönhetjük, hogy a szilikátipar megkapja a számára legmegfelelőbb energiahordozókat.

Az adott helyzetben kötelezettségek hárulnak a szilikátiparra. A kedvező lehetőségeket mind a termelésben, mind a termékek önköltségének csökkentésében maximálisan ki kell használnia. Az ez irányú törekvéseket igen jól jellemzi például a cement önköltségén az idők folyamán beállt válto-

zás. Tizenöt évvel ezelőtt a cement önköltségében még 45%-ot tett ki az energiaköltség, ma csak 38% és húsz év távlatában arra lehet számítani, hogy 30% alá fog csökkenni. Hasonló eredmények várhatók a szilikátipar többi ágában is, de természetesen más számok fognak mutatkozni.

Makoldi Mihály: A tüzeléstechnika és energiagazdálkodás újabb eredményeinek bevezetése a szilikátiparban

A tüzeléstechnika és az energiagazdálkodás legújabb eredményeinek rövid áttekintése. Az energiabázis világvizonylatban bekövetkezett eltolódása szénről szénhidrogénre hozzájárult az eredmények bevezetéséhez a szilikátiparban is, ami a fajlagos energiafelhasználás csökkenésében is megnyilvánul. Az általános fejlődést a termelőegységek kapacitásának növekedése, az égés tudatos befolyásolása, a jobb energetikai hatásfok és az automatizálás fokozatos megvalósítása jellemzi.

М. Макольди: Внедрение в силикатной промышленности результатов новейших исследований в области теплотехники и энергетики

В статье дается краткий обзор результатов новейших исследований в области теплотехники и энергетики. Изменение в мировой структуре энергетической базы, характеризующее повышением роли использования углеводородного топлива по сравнению с углем, способствует внедрению результатов в силикатной промышленности, что ведет в свою очередь к снижению удельного расхода энергии. Характерным для общего

развития является повышение мощностей производственных единиц, регулирование процессов горения, постоянное улучшение энергетических коэффициентов полезного действия, а также внедрение автоматизации.

Makoldi, Mihály: Einführung neuerer Errungenschaften der Feuerungstechnik und der Energiewirtschaft in der Silikatindustrie

Kurze Übersicht neuester Errungenschaften in der Feuerungstechnik und in der Energiewirtschaft. Die in der weiten Welt eingetragene Verschiebung der Energiebasis von der Kohle gegen die Kohlenwasserstoffe hat auch in der Silikatindustrie zur Einführung der Resultate beigetragen, was sich auch in der Abnahme des spezifischen Energieverbrauches manifestiert. Der allgemeine Fortschritt wird durch das Kapazitätswachstum der Produktionsapparate, durch die beabsichtigte Beeinflussung des Brennens, durch den besseren Wirkungsgrad der Energie und durch die stufenweise erfolgte Verwirklichung der Automatisierung charakterisiert. (S. 4.)

Makoldi, Mihály: Introduction of New Power Engineering Results to the Silicate Industries

The introduction of new firing and power engineering techniques, the conversion from coal to hydrocarbons resulted in a very considerable reduction of specific energy consumption. The trends of these processes in the silicate industries appear as the installation of high-capacity producing units, artificial affecting of the combustion, efforts to reach a better power economy and the gradual introduction of automation.

(Folytatás a 76. oldalról)

Л. Абод: Применение углеводородного топлива в печах тонкокерамической промышленности

Отечественная промышленность тонкой керамики в относительно короткий срок почти полностью перешла на углеводородное топливо. В связи с отсутствием достаточного опыта его применения вначале наблюдались значительные трудности, главным образом, в области теплотехнических вопросов. Используя заграничные литературные данные, а также результаты исследований, касающихся заменимости топливных материалов, и главным образом, газообразных, удалось осуществить переход на новое топливо без значительных заводских простоев. В связи с тем, что перестройка происходила с участием различных специальных фирм, отдельные типы оборудования вначале значительно отличались друг от друга. На основании накопленного опыта, в целях более легкого текущего ремонта, а также уменьшения ассортимента запасных частей, была произведена типизация газоприемной и регулировочной станций, горелок и отдельных запасных частей.

Abod, László: Kohlenwasserstoffheizung in der feinkeramischen Industrie

In der ungarländischen feinkeramischen Industrie wurde das Brennen mittels Kohlenwasserstoffe in verhältnismäßig kurzer Frist eingeführt. Es erschienen an-

fangs — mangels hinreichender Erfahrung — Schwierigkeiten, insbesondere in heiztechnischer Hinsicht, indem man die vorhandenen Öfen auf anderes Heizmaterial umzustellen hatte. Es gelang aber aufgrund der ausländischen Forschungsergebnisse und Fachliteraturangaben — insbesondere in bezug auf die gasförmigen Heizstoffe und ihren Wechsel — ohne beträchtlichen Produktionsausfall die Umstellung zu bewerkstelligen. Die Umstellung ging unter Einbeziehen verschiedener Firmen vorstatten, infolgedessen waren die einzelnen Anlagen voneinander verschieden. Aufgrund inzwischen erworbener Erfahrungen an den verschiedenen Einrichtungen wurden die Gasempfangstationen und Regler, die Brenner und auch andere Bestandteile — im Interesse der leichteren Instandhaltung und um mit weniger Ersatzstücken wirtschaften zu können — typisiert. (S. 4.)

Abod, László: The Use of Hydrocarbons as Fuels in Ceramic Kilns

The Hungarian fine ceramic industry has recently been converted almost entirely to hydrocarbon fuelling. Due to the lack of experiences some difficulties arose during the beginning period because existing kilns had to be converted; but this task has been solved without major shutdowns. Many companies have cooperated in the fuel change; this resulted in a variety of equipment. In the meantime the gas receiving and control stations, burners etc. have been typified enabling a better maintenance and less stock of spare parts.

HUNGARIAN
SCIENTIFIC ACAD.
CONFERENCE

Pályázati felhívás

a Szilikátipari Tudományos Egyesület által alapított „Petrik Lajos” pályadíjra

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet az alábbi témakörökben:

A szilikátipar egészére

1. Az építőanyagipar közép- és hosszútávú ágazatfejlesztési koncepcióját megalapozó tanulmányok. Különösen olyan közgazdasági-műszaki esettanulmányok kidolgozása célszerű, melyek általánosításra is alkalmasak.

Ilyen témakörök lehetnek például:

— az alapvető építőanyagok kapacitástartalékainak és biztonsági készleteinek optimális meghatározása, a szükségletekkel összhangban,

— az építőanyagipari termékekkel szemben várható szükségletek prognosztizálása,

— import alapanyagok hazai anyagokkal történő helyettesítése,

— árprognózis számítások az alapvető építőanyagipari termékekre,

— egymást helyettesíthető építőanyagok (csőfélések, burkolóanyagok stb.) komplex gazdaságossági számítása,

— az építőanyagipar beruházási politikáját megalapozó iparági termékesportokat átfogó tanulmányok.

2. Az építőanyagipar sajátosságait figyelembevevő vállalaton belüli érdekeltségi rendszer kidolgozása.

3. Az építőanyagipari termelés struktúrális kérdéseinek vizsgálata. A témakörbe tartoznak pl.:

— a hazai építőanyagipar struktúrájának elemzése és összevetése más országokéval.

— a termelési folyamat műszaki-gazdasági szempontok szerinti bontásának és összevonásának optimális határai.

4. A gyárak meglévő termelőberendezéseinek kihasználását javító, műszaki színvonalát emelő, gazdaságilag hatékony megoldások kidolgozása és gazdasági elemzése.

Szempontok:

A meglévő berendezések kapacitásának növelésére irányuló olyan hatékony — korszerű — javaslatok, amelyek a minőség javítását és a szükségletek jobb kielégítését szolgálják.

5. A korszerűtlenné vált gyárak helyzete az iparfejlesztés perspektívájában.

Szempontok:

— érdemes-e és milyen mértékben a korszerűtlen gyárakat rekonstruálni, vagy

— előnyösebb a korszerűtlen gyárakat változtatlan színvonalon üzemeltetni meghatározott ideig, majd leállítani, és a kieső termelést teljesen új üzemek létesítésével pótolni.

6. A termékminőséget javító és választékot bővítő műszaki megoldások kidolgozása.

Szempontok:

— a termékek minősége és önköltsége a világszínvonalhoz viszonyítva,

— a termékek fejlesztésének, ill. felhasználásainak várható mennyiségi és minőségi követelményei,

— egyes termékek fejlesztésére, ill. új gyártmányok kidolgozására, meglévő technológiák korszerűsítésére, ill. új technológiák bevezetésére vonatkozó javaslatok.

7. Naturális mutatókon alapuló módszer, a költségalkulás közvetlen ellenőrzésére a homogén termékeket előállító iparokban.

— A téma kidolgozásánál célkitűzés legyen, hogy a vállalat gazdasági tevékenységének jobb ellenőrzése és irányíthatósága érdekében az utókalkulációtól független, statisztikai módszerre épülő, minimális késleltetésű rendszer kerüljön kiépítésre, amely a teljes termelési költségek vonatkozásában gyors tájékoztatást nyújt.

Cement és mésziparban

1. Örölt égetett mész gyártásának és felhasználásának műszaki problémái és gazdasági kihatásai.

Szempontok:

— égetett-mész őrlés technológiai megoldása,

— Örölt égetett mész felhasználásának területe és technológiája,

— mészőrlés gazdasági kihatása a termelőnél,

— Örölt égetett mész gazdasági kihatása a felhasználónál.

2. Alkáliák hatásának tanulmányozása klinkerégetésnél a klinkerásványok képződésére, különös tekintettel az olvadákfázis kialakulására és az alkáli vegyületek beépülésére.

3. A cement-hidratációt gyorsító tényezők, mint kötőgyorsító vegyszerek és hőkezelés hatása a kialakuló gélszerkezetre, valamint a cementkő szilárdságának alakulására.

4. Tanulmány a cementkő határszilárdságának megállapítására, különös tekintettel a hidratáció során kialakuló szerkezet porustérfogata és fizikai szilárdsága közötti összefüggésekre.

Durrakerámia-iparban

1. Kerámia-betétes előregyártott falazó, vagy födém-elemek előállítására.

A pályázat főként a szövetkezeti és magánerekből történő kivitelezési munkák megkönnyítését célozza.

Terjedjen ki:

— az előregyártott elem építészeti és épületszerkezeti méretezésére és leírására,

— az előregyártás technológiájának ismertetésére,

— az alkalmazás előnyeinek gazdaságossági számításal történő alátámasztására.

A megoldás vegye figyelembe az építészeti kívánalmakat, de legyen tekintettel az erre a célra reálisan számításba vehető kerámikus testek gyárthatóságára.

2. Hoffmann-féle tégláégető kemence kiszolgálási munkáinak (be- és kihordás) gépesítése.

A munka tartalmazza:

- az alkalmazott gépek ismertetését,
 - a kemencében és a kemence körül szükséges átalakítások leírását,
 - a munka-és
 - a munkaszervezési megoldást,
 - gazdaságossági számítást.
3. A téglaiipari termékek rakodásgépesítési kérdéseinek komplex gazdasági vizsgálata.

Kő- és kavicsiparban

1. Terméskőtermelés gépesítésére műszaki megoldás kidolgozása.
2. Automatizálási, vezérlési megoldások kidolgozása hazai elemekből. (A meglevő adottságokat figyelembevevő, gazdaságos megoldások dolgozandók ki.)
3. Mérlegelési problémák gazdaságos megoldására egyszerű, biztonságos berendezés, módszer kidolgozása.

Üvegiparban

1. Üveggyári hulladékhő gazdaságos hasznosítására tanulmány kidolgozása (a hazai megoldásoktól eltérő javaslat).
2. Új üveggyárak telepítésére és tervezésére irányelvek kidolgozása, figyelembe véve a nyersanyag bázis szállítási lehetőségeket és szociológiai viszonyokat.
3. Korszerű belső üveggyári árumozgatás kidolgozása a hűtőszalagtól a feldolgozáson keresztül a készáru rak-tárig (szalagszerű feldolgozás alkalmazásával).
4. Porzásmentes keverék készítése és az üveggyári ke-verőházak pormentesítése.
5. Komplex vizsgálati módszerek kidolgozása az üveg-olvasztási folyamatok ellenőrzésére. (Homogenitás, ké-miai összetétel állandóság, színvizsgálat.)
6. Külkereskedelemmel kötött vállalkozási szerződés-ekkel kapcsolatos elszámolások racionális megszerve-zése. (Gépi adatfeldolgozás módja.)
7. Vállalati szintű hatékony eredmény-számítási rend-szer kidolgozása, távlati tervezésekhez.

Finomkerámia-iparban

1. A hazai nyersanyagok felhasználásának növelése, különösen a műszaki porcelán, szaniter és fajansz masz-szakban úgy, hogy a késztermékek minősége javuljon, de legalább ne változzék.

2. Az égető kapacitás jobb kihasználása (a rakási és égetési technológia fejlesztése).

3. Alacsony ólomtartalmú (max. 6%) aranybarna frittelt máz kidolgozása, max. 1100°C égetési hőmérsék-letre.

4. Edényporcelánok transzparenciájának függése a nyersanyagok őrlési finomságától, ill. az égetéstechno-lógiától. Adott porcelán-massza optimális égetési felté-teleinek megállapítása.

5. Laboratóriumi módszer kidolgozása porcelán-masz-zák technológiai minősítésére:

- a) nyersgyártási tulajdonságok
- b) égetési tulajdonságok

6. Gipszformák élettartamát befolyásoló tényezők.

7. Műanyag alkalmazásának lehetősége a kerámiai technológiában.

Az Egyesület választmánya által kiküldött bíráló bi-zottság a beérkezett pályaművek közül a legjobbakat „Petrik Lajos”-díjjal jutalmazza a következők szerint:

I. fokozat		5000,— Ft
II. fokozat		3500,— Ft
III. fokozat		2500,— Ft

A díjazásban nem részesülő pályaművek közül a bírá-ló bizottság a legjobbakat 2000,— forintig terjedő pénz-jutalomban részesítheti. Az egyes iparágak a számukra értékes tanulmányokat további nívódíjban részesít-he-tik.

A bíráló bizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályamű hiányában a díj valame-lyik fokozatát visszatartsa vagy megossza.

A pályázat benyújtásának *határideje: 1969. augusztus 31.*

Benyújtás helye: Szilikátipari Tudományos Egyesület Titkársága.

A bíráló bizottság a beérkezett pályaműveket 1969. október 31-ig felülvizsgálja.

A pályázat nem jelíges. A pályamunkán fel kell tűn-tetni a pályázó nevét, címét, munkahelyét.

Pályázati ügyekben felvilágosítás az Egyesület Tit-kárságán nyerhető.

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt. Az Egyesület fenntartja magának a jogot, hogy a megfelelőnek ítélt pályaműveket az „Épí-tőanyag” c. folyóiratban leközölje.