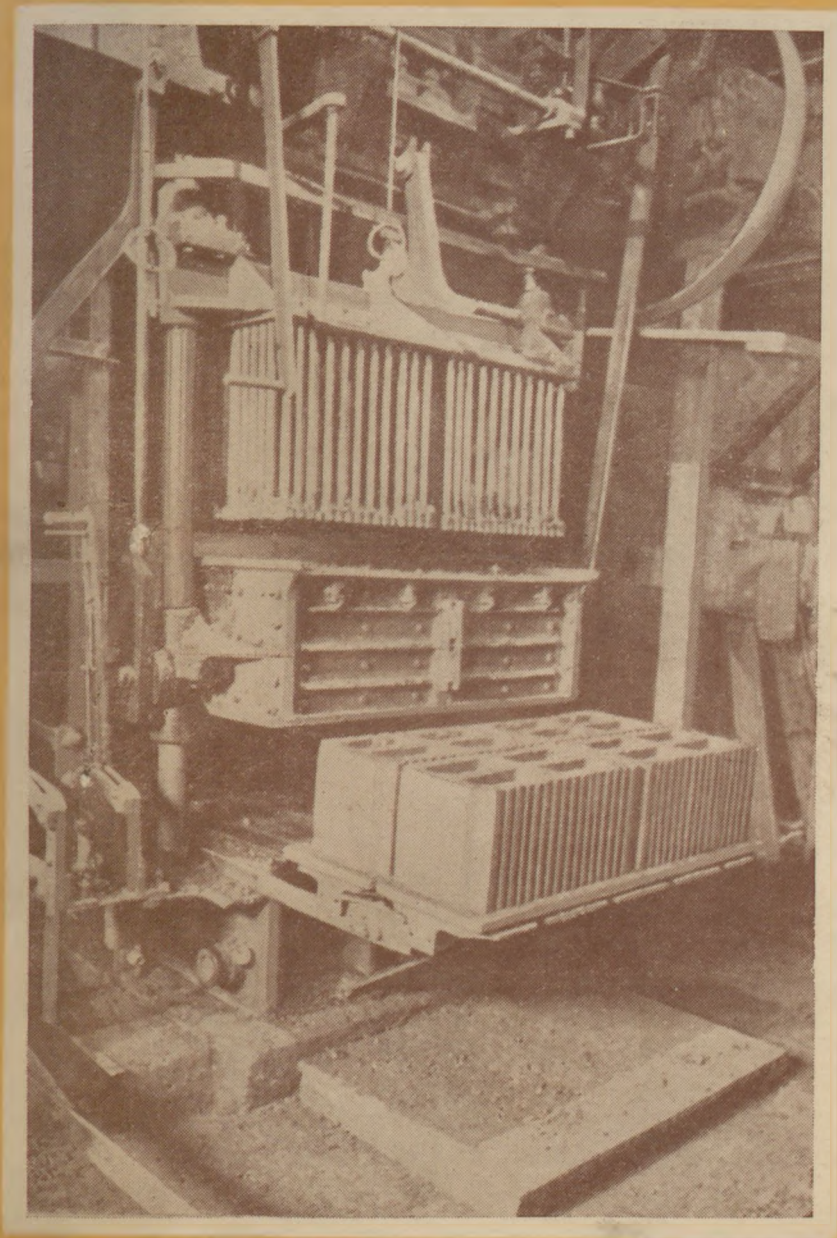


✓302935

Teljes

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

1. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámia-, a téglá-, cserép-
és kőbányaipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

TARTALOM

Old.

Építőanyagipari Kutatók Konferenciája. Az 1953. november 14-én
megtartott konferencián elhangzott hozzászólások.

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Felelős kiadó:

az É. M. Építőipari

Könyv- és Lapkiadóvállalat

igazgatója

★

Kiadóhivatal:

V., Kossuth Lajos-utca 17.

Telefon: 384-324

Hozzászólások Gáspár Géza: „Új, különleges tulajdonságú cementek és a kutatás irányai“ c. előadásához 1

Bereczky Endre 1

Dr. Wessely Imre 3

Nagy Dezső 5

Hozzászólások Korach Mór: „Az alagútkemence és a szendvics gyorségetés“ c. előadásához 6

Mattyasovszky László 6

Bréda Gyula 8

Korach Mór válasza Mattyasovszky Lászlónak 10

Korach Mór válasza Bréda Gyulának 12

Hozzászólások Gomperz István: „Szovjet szárítási elméletek és a szárítással kapcsolatos kutatási feladatok“ c. előadásához 13

Dr. Albert János 13

Király Jenő 15

Hozzászólások Péntek László: „Többégetési kísérletek cementipari forgókemencékben“ c. előadásához 17

Talabér József 17

Kulcsár Gyula 19

Mayer Károly 19

Beke Béla 20

Szabó László 20

Hozzászólások Egyed Zoltán: „Néhány érdekes eredmény a szovjet építőanyagipari tudományos kutatás anyagából“ c. előadásához 21

Kordik László 21

László György 21

Egyed Zoltán válasza 25

Hozzászólások Rosivall Ferenc: „Új építőanyagok laboratóriumi kutatásának eredményei“ c. előadásához 27

Eichner Tibor 27

Málnai László 27

Bálint Tibor 28

Dr. Wessely Imre: A gipszsalakcement (Szulfátkohócement) 29

Cser Arisztid: A dolomit tűzállóipari alkalmazása (befejezés) 33

Указатель Статей находится на конце журнала
Contenu à l'intérieur du dos de la couverture

Címlapon: Pernye építőtömbök gyártása

ÉPÍTŐANYAG

6. ÉVFOLYAM 1. SZÁM

ÉPÍTŐANYAGIPARI KUTATÓK KONFERENCIÁJA

Az 1953. november 14-én megtartott konferencián elhangzott hozzászólások

Gáspár Géza: „Új, különleges tulajdonságú cementek és a kutatás irányai“
c. előadásához

BERECZKY ENDRE HOZZÁSZÓLÁSA

Teljes mértékben elfogadom az előadó kiindulását, mely szerint elsősorban azt kell megvizsgálni, hogy jelenleg és a jövőben milyen műszaki és gazdasági követelmények elégitendők ki az építőanyagokat előállító, adott esetben a cementgyártóipar részéről. Másodsorban azonban arra is ki kell térni, azt a kérdést is alaposan meg kell vizsgálni, milyen természetű adottságok, természetes vagy mesterséges cementgyártási alapanyagok vannak hazánkban, melyre cementiparunk jövő fejlődését alapítanunk kell. A szükség és az adottságok minőségi és mennyiségi összehasonlítása ad irányt a megindítandó tudományos és ipari jellegű kutatások részére.

Az előadó egyrészt ismerteti a különböző nálunk nem gyártott, de kívánatos cementfajtákat, ismerteti egy általa előállított új víz-záró cementfajtát, s különböző javaslatokat tesz a jövő kutatási tervének részleteire. Nézetem szerint azonban ajánlatos volna egy cementkutatási perspektivikus terv felállítása, egyrészt az *előrelátható szükséglet minőségi és mennyiségi pontos körülírására*, másrészt a hazai adottságoknak megvizsgálására és felmérésére.

Már a *bauxitcementtel* kapcsolatban is felmerült annak szükségessége, hogy a gyűjtött tapasztalatokat értékeljük ki s ennek alapján bíráljuk el, milyen célra, milyen követelmények kielé-

gítésére alkalmas ez a cementfajta; ezek után azt kellene megállapítani, hogy mennyiségileg milyen igényt jelent a megengedhető felhasználás s azután lehetne csak dönteni, kell-e e cementfajta gyártását megindítani, s ha igen, milyen mennyiségben, milyen negyedévi bontással volna előállítandó s mennyiben befolyásolná ez a cementgyárak termelési tervét. Egész biztos, hogy bizonyos célokra: így tűzállóbeton, duzzadóbeton (esetleg nem zsugorodó beton) és téli munkák céljára bizonyos, nem jelentős mennyiségre a fenti kikötések mellett szükség lesz. Egyesületünknek egyik első szakbizottsága Varga professzor akadémikus elnöke alatt 4 évvel ezelőtt foglalkozott már e kérdéssel és az akkori határozatok értelmében ezt a cementfajtát szabad felhasználásra vasbeton munkákra nem ajánlottuk. A kérdéssel újból kellene foglalkozni, mert az előfeszítés bevezetése óta sokan jelentős gazdasági eredményeket várnak a bauxit cement-betontól. Nézetem szerint azonban ezt csak gondos *előkísérletek* után engedhetnénk meg.

Ezt a példát azért hozom fel, mert hasonlóképpen kellene úgy a hazai adottságok, mint a felhasználás alapos megvizsgálása és egyeztetése után dönteni a különleges cementfajták gyártása kérdésében.

Melyek ezek a hazai adottságok? Bauxitunk, puccolánunk, trasszunk, granulált és granulátlan kohósalakunk, pernyénk van. Ez alapanyagok

mennyiségi és minőségi felmérése megtörtént, vagy legalábbis folyamatban van. A NEVIKI előző években kutatást végzett a mészmárgák hazai előfordulásai ügyében, tudomásom szerint a Földtani Intézet jelenleg is folytat ilyen kutatásokat. Ha sikerülne olyan minőségű mészmárgát találni, mint amilyen az óbudai, vagy kisgyőri (de földrajzilag kedvező helyen, vagy helyeken) meg kell vizsgálni a magyar naturcement gyártás vagy erős hidraulikus mészhagyártásának lehetőségét és e cementfajta felhasználhatóságát. A hazai cementgyártás önköltsége nagy. Az önköltség-csökkentés egyik módja — az egész ipart egy egységnek tekintve — az, hogy olyan új létesítményeket hozunk üzembe, melyek a mai önköltségnek 60—70%-ával dolgoznak. A naturcementgyártás megfelel ennek a követelménynek. Hogy minőségileg milyen felhasználás jöhet szóba, előkísérleteknek kell eldönteniök. Tapasztalatom szerint teljesen a nyersanyag összetételétől és homogénitásától függ a naturcementek versenyképessége az eddigi technológia szerint előállított portlandcementekkel szemben.

Még a puccolánainkról, trasszainkról kell beszélni. Bár a puccolános kötés kémizmusát eddig még nem sikerült tudományosan is feltárni, nyilvánvaló, hogy vannak olyan vulkanikus tufáink, melyek hidraulitok s melyek használata a cementiparra mennyiségileg és önköltségsökkentés szempontjából nagyjelentőségű. Ismeretes azonban, hogy a puccolánok minőségét termikus és kémiai kezeléssel javítani lehet. Ezzel a kérdéssel először tudományosan, majd ipari kísérletezéssel kell foglalkozni, hogy hazánknak ezt a nagyértékű, hármelyik külföldi állammal versenyképes természeti kincsét az eddiginél jobban értékesíthessük.

Az ipari melléktermékeknek: a kohósalaknak és a pernyének cementipari értékesítése részben már folyamatban is van, részben azonban még *kutatási téma*. Ebben az esetben is megelőzte a gyakorlati felhasználás a tudományos és ipari kutatást, bár a javaslatok idejében megtörténtek, de mint annyiszor az ipar fejlődésében megfigyelhető, csak akkor figyelt fel az illetékes kör a javasolt kutatásokra, amikor az ipari értékesítési lehetőség már nyilvánvalóan be van bizonyítva. Így a kohósalak dúsítására vonatkozó javaslat 1949-ből származik és a salak gerjesztésére vonatkozóan ugyancsak 1949-ből származik az első magyar újtási bejelentés. A kutatásoknak most kell ezt a lemaradást behozniok.

Az eddigiekben a hazai adottságokkal foglalkoztam. A másik kérdés a felhasználó ipar igénye. Ez az igény, amint már kiemelttem, minőségi és mennyiségi kell, hogy legyen, ill. csak akkor lehet eredményes fejlesztési tervet felállítani, ha a szükséglet teljesen fel van derítve. Nem mindegy az, hogy egy cementfajtából évente 500 vagy 5000 tonna cementre van szükség, mert az 500 tonnát kisméretű, külön e célra, lehetőleg kutató intézet ellenőrzése alatt álló kísérleti üzemben lehet előállítani, míg a nagyobb mennyiségek megkövetelik azt, hogy valamelyik nagyüzem rendezkedjék be a gyártásra. Hivatkozom a citadur cement gyártásánál nyert tapasztalatokra. A bauxit-

cementszükséglet a tatabányai üzemnek évente mintegy 2—3 havi üzemeltetését kívánta meg, a bélapátfalvi fehér cement gyártása sem tartott évente tovább, mint 2—3 hónap. Az év többi részén ezek az üzemek álltak. Berendezésük felhasználatlanul maradt, amit népgazdaságunk nem engedhet meg magának. A fehér cement gyártása, a nyersanyagváltozásnál felmerült nehézségeken és káderhiányon kívül elsősorban azért maradt el, hogy az említett üzemben eggyel több forgókemence álljon portlandklinker égetésére rendelkezésünkre. A bauxit cementgyár berendezését is felhasználjuk hidraulitok őrlésére. Amíg a felhasználó ipar nem tudja mennyiségileg és minőségileg meghatározni a különleges cementfajtákkal szemben fennálló igényeit, addig a különleges cementfajták gyártásának fejlesztési tervét elkészíteni nem lehet.

Melyek volnának azok a különleges cementfajták, melyekre a felhasználó iparnak szüksége van?

1. Igen nagy kezdőszilárdságú cement. Erre a célra bauxitcement és alitcement jöhet szóba. Fontos volna azonban tovább részletezni a minőségi követelményeket, így a zsugorodás foka, acélhuzalhoz való tapadás stb., mert nem elegendő egy előfeszített szerkezet tartósságához annak a gyártástechnológiai feladatnak megoldása, hogy a feszítés alól minél előbb mentesíteni lehessen a szerkezetet, hanem az is feladat, hogy a feszítés stabil legyen. Nem tudok arról, hogy a beton képlékeny alakváltozásának kérdésével, az előfeszített technológiájával kapcsolatban valaki is foglalkozott volna.

2. Betonút cement. Nem akarom véleményemet a magyar betonút építésről ehelyütt részletebben ismertetni. Tény az, hogy az eddigi betonút részére felhasznált cement s magának a betonnak vizsgálata hazánkban egyoldalúan, szilárdsági szempontból folyt, különlegesebb megkötésekkel a cement összetételére, a klinkerásványok arányára, a habarcs zsugorodására nem tettek. Igaz ugyan, hogy egyes külföldi előírások túlszigorúnak és túlságosan tudományosnak bizonyultak, azonban jó betonutakat, repedésmentes, kopásálló, kevés vagy semmi fenntartást nem kívánó útlemezeket ott állítottak elő, ahol szigorú megszorítások kötelezték a cementipart is.

3. Cement 140 kg/cm² szilárdságú vasbeton előállítására. Erre a célra nem kell nagyszilárdságú cement, megfelel a 400-as minőség is, amennyiben azok megfelelő hidraulittal és megfelelő technológiával vannak előállítva. Véglegesen meg kellene állapodni abban, milyen szabvány-vizsgálati követelmények állítandók fel ezzel a cementfajtával szemben, s ebből a szempontból ismételtelen javasolom az új ideiglenes cementvizsgálati szabványban ajánlott szabványbetonvizsgálatot. Ennek kötelező bevezetése megvédené a cementipart a felhasználó ipar hibáinak következményeitől.

4. Szulfátálló cement. Ennek szükségessége hazánkban minden vitán felül áll. Itt a kutatásnak az a feladata, hogy oly vizsgálati módszert dolgozzon ki, amelyik a gyakorlati ellenállóképességet megfelelően előre jelzi. A különböző bizottsági

tárgyalások, melyek e kérdés körül folytak, azért voltak hiányosak és tökéletlenek, mert az összefüggések a kísérlet és a gyakorlat között nem ismeretesek.

5. Mélyfúrási cement. Amióta hazánkban is a szovjet technika alkalmazásával 2—3000 m mély fúrások folynak, szükség van olyan cementekre, melyek a folyton fokozódó hőmérséklet és nyomásviszonyok között a kívánt időpontban kívánt szilárdságot érnek el s nem veszélyeztetik a fúrást a cement idő előtti lekötése, vagy pedig vízbetörés.

6. Víz-záró, víz-taszító cement. E cement-fajta feladata a drága és költséges izoláció feleslegessé tétele, aminek nemzetgazdasági jelentősége nyilvánvaló. Többféle javaslat hangzott el ez irányban, többféle megoldás lehetséges. Valószínű, hogy ezen a vonalon különféle követelmények fognak jelentkezni az alapok vízzáróságán kívül egyes esetekben a kilügződés elkerülése, pórusok eltömése. Hogy a kutatás e téren továbbmehessen, gondosan definiálni kellene a követelményeket.

7. Fehér és színes cementek. E cementfajtákra a műköiparnak van szüksége. E cementfajták gyártásánál nagyon tiszta, pormentes üzemhelyiségekre van szükség, nem lehet portland-cementgyárban azt a szintisztaságot biztosítani, ami e cementfajták értékét is megadja. Helyes volt tehát a fehér-cement gyártásának beszüntetése, mert az ottani viszonyok között ennek a követelménynek nem lehetett megfelelni.

8. Tűzálló beton. E téren is tudna a kutatás megfelelő cementfajtát, helyesebben habarcsfajtát kidolgozni, ha a szükséglet megállapítható lenne.

9. Saválló cement. Szovjetunióban szabványosítva van a saválló cement minősége és mi is bizonyára tudnánk ilyen cementfajtát előállítani, hiszen immár kétéves újítási javaslat is áll rendelkezésünkre.

Ha a felsorolás nem teljes, úgy ez könnyen kiegészíthető. Magam részéről csak azt akarom az előadó elvtárs anyagához hozzáfűzni, hogy a különleges cementfajták gyártásának fejlesztési tervét csak akkor lehet eredményesen és a szocialista gazdálkodás követelményének megfelelő tervszerűséggel elkészíteni, ha előbb a felhasználó ipar mennyiségi és minőségi követelményeit e cementfajtákkal szemben gondosan és kötelezően felállítja; a tudományos intézmények és az ipari kutató intézetek csak akkor tudnak tervszerűen működni, és az eddigi, bármennyire értékes és eredményes, de mégis ötletszerű munkájukat perspektivikus terv szerint irányítani, ha a felhasználók meg tudják mondani, milyen és mennyi különleges cementet kívánnak.

Dr. WESSELY IMRE HOZZÁSZÓLÁSA

Az új különleges tulajdonságú cementeket Gáspár Géza kartársunk olyan alapos precizitással foglalta össze, hogy majdnem teljesen kimerítette a normális portlandcementtől eltérő sajátosságú kötőanyagok felsorolását, ismertetve dióhéjban azoknak tulajdonságait és felhasználásuk területeit. A sorozatot csak kevés kihagyott specialitás

felemlítésével tudom kiegészíteni, ilyenek a *saválló cement*, a *hidrotechnikai cement* és a *magnézium-cement*. Ezeknek egészen rövid ismertetése után foglalkozni akarok egyes olyan különleges cement-fajtákkal, melyekkel foglalkozik ugyan Gáspár Géza, de amelyeket érdemes valamivel nagyobb részletességgel tárgyalni, mert a közeljövőben nálunk is forgalomba kerülnek.

A *saválló cement* vegyi iparunk fejlődésével kapcsolatban bír jelentőséggel. A savak tárolásához szükséges tartányok, csövek és berendezések építéséhez, valamint a drága savállóanyagok, mint az ólom, kerámiai anyagok helyettesítésére használják. Alapanyagai: finomra őrölt kvarehomok, vízüveg és nátriumsilikofluorid. Először a Szovjetunióban állították elő, nevezetesen N. P. Sztepicsjev, a „Giproccment“ mérnöke. A legtöbb ásványi és szerves savnak ellenáll, azonban a lúgok tönkreteszik és kovasav-alapanyaga miatt a hidrogénfluorid és a hidrogénsilikofluorid megtámadja.

A *hidrotechnikai cement* szintén szovjet-találmány, V. N. Jung, Sz. V. Szesztoperov és B. A. Kukivin professzorok készítménye. Három anyagból: portland-klinker, kvarehomok és infuzoriaföld együttörlesztésével állítják elő, 200—250 és 300-as szilárdsággal. A hidrotechnikai készítmények belső részeihez, a gyengébb — kb. 40—50% klinkertartalmú, a külső részekben, az erősebb — kb. 60—65% klinkertartalmú használják. Irodalmi adatok szerint a Szovjetunió legnagyobb vízi építményeinél sikerrel alkalmazták, agresszív vizeknek jelentékenyen ellenáll, kötésekor kevés hőt fejleszt és kevésbé zsugorodik. Mindezek olyan tulajdonságok, amelyek hidrotechnikai építkezésnél nyomatékosan esnek latba és innen nyerte elnevezését is.

A *magnézia-cement* — vagy feltalálója után *Sorel-cement* — vita tárgyát képezheti, hogy ide tartozik-e ebbe a sorozatba, vagy nem? De mert ennek alapanyagát képező égetett magnézia helyett a Szovjetunióban sikeresen használnak már égetett dolomitot is, ami pedig nálunk bőven található, azért nem akartam, hogy ez a majdnem 100 esztendő, szívesen használt kötőanyag kimaradjon tárgyalásunk anyagából, annyival is inkább, mert egyes helyeken a szilikát-cement alkalmazását pótolja, és mert tudomásom szerint Schütz és Szilágyi kartársak az ÉTI laboratóriumában szintén kikísérletezték a dolomitnak magnezit helyett való használhatóságát. Az égetett magnézia (MgO) a magnéziumklorid (MgCl₂) vagy magnéziumsulfát (MgSO₄) esetleg kalciumklorid (CaCl₂) oldattal gyorsan, jelentékeny hőfejlődés közben megköt és magas szilárdságot ér el. Az égetett magnéziát, magnezit-kőzetből (MgCO₃) nyerik akna-, forgó- vagy egyéb kemencékben történő égetéssel, ugyanúgy, mint a mészkőből (CaCO₃) az égetett meszet (CaO), azzal a különbséggel, hogy ennek a disszociációjához jóval kevesebb hőmennyiség kell, mint a mészkőéhez. Elméletileg 1 kg mész 425 kalóriát, 1 kg magnezia csak 325 kalóriát igényel. Szovjet tapasztalat szerint a magnezit-kemencéknek legkedvezőbb hőfoka 800—850 C°, míg a mészkemencéké 1100—1200 C°.

Ha már most dolomitot, ami magnezit és mészkő keveréke ($MgCO_3 + CaCO_3$) égetnek 650—750 °C° átlaghőmérsékleten, akkor ennek eredménye az égetett magnézia és szénsavas kalcium keveréke ($MgO + CaCO_3$). Ebből a keverékből a MgO ép- úgy leköt $MgSO_4$, vagy $CaCl_2$ oldattal, mint a tiszta égetett magnézia, a $CaCO_3$ (mészkő) pedig mint adalékanyag szerepel.

A magnéziumkloridot mint mellékterméket a káli műtrágyagyártásnál kapják, vagy pedig a tengervíz bepárolásából nyerik. A magnéziacement kötési folyamata még nincs teljesen tisztázva. A lekötött magnéziacementben a magnéziumoxihlorid (Mg_2OCl_2) és újabb kutatások szerint a kolloidális magnéziumhidroxid ($Mg(OH)_2$) játszik a főszerepet. A magnéziakloridoldat és az égetett magnézia keverési aránya olyan legyen, hogy 1 mol $MgCl_2$ -re kb. 8 mol MgO jusson, az irodalom ajánl olyan receptúrát is, hol lényegesen több a lúg ($MgCl_2 : MgO$ kb. 1 : 5). A helyes arány megállapítása kikísérletezés tárgya.

A magnéziacementet az építőiparban különösen szerves töltőanyagokkal, fűrészporral, finom faforgáccsal keverve használják, mert a szálas anyagokat kitűnően megköti és benne a szerves anyagok évtizedek alatt sem indulnak korhadásnak. Hézagmentes padlók, lépcsőfokok, műkövek készítésére használják. A fenyőfa-fűrészporral 3 : 1 súlyszerinti keverési arányban készült magnéziahabares — döngölt próbakockák — 28 napos nyomószilárdsága 400—600 kg/cm², szakítószilárdsága 35 kg/cm². Tehát nagyszilárdságú, azonban használatánál nem szabad megfélekezni arról, hogy nem hidraulikus cement ; a levegőből vizet és szénsavat vesz fel, ami a készítmények szilárdsága meggyengülésének lehet oka. Célszerű ez ellen víztaszító anyagokkal való felületi kezeléssel — pl. *olajozással* — védekezni.

Mint jeleztem, dolomitunk nekünk bőségben van és az Építésügyi Minisztériumnak egy dolomitot égető kemencéje van készülöben, amelyben a magnezitcement alapanyagát készítenék *Schütz* és *Szilágyi* kartársaknak az ÉTI laboratóriumában végzett kísérletei alapján.

Foglalkozni akarok még a *bauxitcementtel*, amelyről ugyan megemlékezik Gáspár Géza, azonban viszonylagosan nem avval a részletességgel, amit ez a különleges cement-fajta megérdemel. Annnyival is inkább, mert mi valósággal predestinálva vagyunk ezen cement-különlegesség gyártására. Európában Magyarország a második legtöbb bauxitot termelő ország. Ez indította a Tata-bányai Cementgyárat arra, hogy kidolgozzanak egy olyan eljárást, amely lehetővé tette a magyar barnaszénnel olyan bauxitcementet gyártani, mely a Franciaországban „ciment-fondu“-nek, „olvasztott-cement“-nek nevezett, elektromos olvasztókemencében készült cementtel elismerten egyenértékű volt. A „Citadur“ cementet az egész világon ismerték és nincs cementgyártásról szóló tankönyv, amely — mint magyar készítményt — meg ne említené. A háború után átmenetileg megszüntették a „Citadur“-cement gyártását. Semmi sem bizonyítja azonban jobban ennek a cementnek

létjogosultságát, minthogy az építőipar mindig gyakrabban követeli és ezért gyártása az 1954-es évben már programmba is van véve.

A bauxit-cement a hidraulikus kötőanyagoknak egy egészen más fajtájához tartozik, mint a portlandcement. A szovjet szakirodalom ezt élesen kifejezésre juttatja, amennyiben a portlandcementet — „szilikát-cementnek“, a bauxitcementet — „aluminátcementnek“ nevezi. Amanak alapvegyületei kalciumszilikátok, emezét kalciumaluminátok képezik. Ezek a vegyületesorok nemhogy azonosan viselkednének, hanem bizonyos vonatkozásban éppen ellentétes tulajdonságokat mutatnak.

A bauxitcementnek ezeket a különlegességeit a portlandcementhez szokott feldolgozóknak igen alaposan és teljes részletességgel ismerni kell. Azok a hátrányok, melyek a bauxitcement feldolgozásánál felmerültek, legnagyobb részt oda vezethetők vissza, hogy tulajdonságait nem ismerték és a különleges kezelési módusok nem voltak eléggé tudatosítva. Erről alkalmam volt meggyőződni, mikor kartársaknál a bauxitcement feldolgozásánál szerzett tapasztalatok iránt érdeklődtem.

Kutatóintézeteinknek a magyar bauxitcement gyártással kapcsolatban tisztázni kell még egy problémát. Mint már említettem, a zsugorodásig égetett bauxitnyerslisztből kapott klinker olyan bauxitcementet adott, amely a külföldi „ciment-fondu“, „ciment électrique“ vagy „Schmelzement“-tel tökéletesen felvette a versenyt. A Magyar Általános Kőszénbánya 1928-ban ezt a kérdést alaposan kikísérletezte és hazai, valamint külföldi tudományos intézetekkel is megvizsgáltatta. Az eredmény egyöntetű volt : a *kétféle technológia terméke egyenértékű*. Azóta sem hallottam, sem nem olvastam ellenkező véleményt. Kühl : Zement-Chemie c. 1951-ben megjelent könyvében szintén megállapítja, hogy körkemencében a szilárd fázisok között ugyanazok a vegyületek képződnek, mint az olvadékban. Csak dr. Palotás László 1952-ben megjelent „Minőségi beton“ c. könyvében írja : „Hazánkban a timföldcementet a Hoffmann-féle körkemencében a zsugorodást megelőző hőfokig („töporodás“) történő égetéssel állították elő, s így olcsóbb, de kétségkívül nem tökéletes kötőanyagot kaptak“.

Ezt a kérdést — meg kell újból vizsgálni és meg kell állapítani, vajjon a zsugorodásig égetett aluminátcement kötőanyagértéke hogyan viszonylik az olvasztás útján előállított cementéhez.

Bővebben nem kívánok foglalkozni ezen rendkívül érdekes és fontos, hazai nyersanyagokból előállítható speciális cementtel, azonban építész kartársaink kívánságára még egy gondolatot felvetnék a bauxitcementtel kapcsolatban, főleg kutatóintézeteink felé. Hogyan lehetne a bauxitcement exotermiáját csökkenteni, hogy a kritikus 28—30° nyári hőmérsékletnél és nagy, vastag betontestek készítésekor költségesebb hűtőberendezések nélkül is felhasználható legyen? Figyelembe jöhet e célra pl. a keverésre alkalmas összetételű kohósalakkal, vagy más hidraulittal, esetleg bizonyos kémikáliával.

NAGY DEZSÓ HOZZÁSZÓLÁSA

1. Gáspár Géza a különleges tulajdonságú cementek rendkívül ügyes és rövidségéhez képest beható tárgyalása után különösen a kutatás irányainak problémáit veti fel igen szemléletesen s mindvégig e probléma útőerén tartja tekintetünket.

Berezky professzor és Wessely Imre dr. részletes és kimerítő hozzászólásaikban rendszeres kiegészítéssel tárták újra elének e fontos problémát és a szerző, illetve az előadó betontechnikus nézőszögét kiegészítették a *cementtechnikus* szemléletével.

Az előadó az új és különleges tulajdonságú cementek problémájának rendszeres letárgyalásánál nem feledkezik meg a *jelenleg* forgalomban lévő hazai cementjeink egyenletességének biztosításáról és tulajdonságaik alapos megismeréséről. Azt mondja, e probléma is nagy munkát igényel majd. Én mindenesetre a *majd* szó helyett a *sürgősen* kifejezést valom ezzel kapcsolatban.

Előadásának elején felhívja figyelmünket arra, hogy a cementek tulajdonságait ne csak a *szilárdsági* szempögből nézzük, mert ezzel nem nyerünk teljes képet.

A különleges tulajdonságú cementeknek — előadónk megállapítása szerint is — a *szilárdsági* követelményeken *felül* még különleges igényeket is kell kielégíteniök.

Ehhez kapcsolódik előadónknak az a megállapítása, hogy a cementek összetevőinek megválasztásánál az egyes alap- és kiegészítő- anyagok az eddiginél nagyobb mértékben, alaposan kivizsgálva jussanak szerephez.

A *szilárdság* követelményének általában eleget tesznek e cementek, azonban a modern betonológia követelményének, pl. a kötégysorsítási, főleg pedig a hőszilárdítási feltételeknek nem minden cementünk felel meg teljes mértékben s az előadó e szempönből igen helyesen még az *alit*-, sőt a *tatai 600-as p. c.-t* sem minősíti kifogástalannak.

2. Azt mondhatnám, hogy különleges kutatói szeretettel tárgyalja előadónk a hazai *bauxit*-, „*citadur*“ *cementet*. Több okból javasolja, hogy újra programmba kell venni a bauxit-cement gyártását. E cement felhasználásának csökkenése köztudomásúan az átkristályosodás miatt állott be. Maga az előadó világosan megmondja, hogy ezt az időbeli szilárdsági visszaesést főleg csak akkor lehetett észlelni, ha nagytömegű betonszerkezeteket építettek, vagy ha a betonkészítés forró, nyári időben történt.

Valószínű, hogy a bauxit-, illetve az aluminát-cementek gyártástechnológiájának alapos revíziója és e probléma dokumentációjának összegyűjtése olyan eredményekre vezet, melyek alapján a cementhez esetleg beadagolandó valamilyen plasztifikáló, vagy egyéb szerves, vagy szerves anyag, sőt éppen műanyag s majd pedig megfelelően kidolgozott betontechnológia visszaállít-

hatná e fontos hazai cementünk régi, jelenleg nagyon megcsorbított hírnevét.

A citadur-cementet gyártó vállalat a 30-as években megvizsgálta az akkori körülményekhez képest valóban csak szilárdság, térfogatállóság, szulfátállóság és zsugorodás szempönből a hasonló aluminát cementeket, pl. az „Alca“ és „Rolandshütte“ német cementeket, különböző elnevezésű, pl. „Lafarge“ stb. francia-cementeket, csehországi és svájci aluminát cementeket s valóban az tapasztalható, hogy az időleges szilárdság visszaesés némelykor fél éves korban, máskor egy és két év között, sőt igen sok esetben 4 év után következett be. Nem elége tisztázott ez a probléma. A gyártási, valamint a betontechnológiai kutatások és újítások eredményei valószínűleg kitolhatják ezt az időleges szilárdság-csökkenést, esetleg a végtelenbe. Az épületelemek előregyártása, különösen pedig az előfeszítés nagy kezdőszilárdsági igénye megérdemelné e kutatási áldozatokat, főleg hazánkban, a bauxit-érc országában.

3. Tekintettel arra, hogy Berezky professzor egyforma részletességgel értékelte ki az előadó mindenfajta cementre vonatkozó, igen értékes ismertetését, e helyen csak azt szeretném megjegyezni, hogy az ÉTI laboratóriumban kikísérletezett és megnyugtató, sőt igen biztató eredményeket mutató *vizzáró cementnek* a magyar szabvány szerinti (Klébe-Tetmayer) szilárdság vizsgálata nincs ismertetve. Igaz, hogy ez nem lényegbeli tulajdonság e cement ismertetésénél, csak a teljesség kedvéért láttuk volna szívesen ezeket az adatokat is.

4. Kétségtelenné vált, hogy a magyar építőipar már nem sokáig nélkülözheti a *fehér portland-cementet*. Ahhoz sem fér kétség, hogy komoly exportlehetőség nyílna a jóhírnevű „Üstökös“ fehércementünk révén. A vasoxid olvadáspontcsökkentő hatásának pótlására mineralizátor gyanánt szereplő, a foszfátgyártásnál mellékterméknek számító $MgSiF_6$ felhasználásának problémája volna kutatási feladat, mert az olvadékképzés szempönből fontos hőfok-csökkentést legalább olyan határfokkal végeznél el, mint a folyópát, amelyből az „Üstökös“ cement gyártásánál jónéhány százalékot kellett felhasználnunk, ami a kemencebélés szilikátjait is rendkívüli módon korrodálta. Azonfelül az import beregszászi kaolin helyett a sárospataki és óndi kaolint lehetne használni. Az építőanyagipari kutatóintézet a fehér-cement dokumentációjának összegyűjtésére már az utolsó lépéseket teszi s ennek alapján sürgősen meg kell indulniok a technológiai kísérleteknek, kiegészítve a legmodernebb mineralógiai, pterográfiai és fizikai-kémiai vizsgálatokkal.

5. Az előadó által ismertetett többi különleges cement kutatási vizsgálatainak alapjául szolgáló irodalom, főleg pedig a hatalmas szovjet szakirodalom nagyrészt már rendelkezésünkre áll, a szakember-hiány sem olyan nyomasztó, felszerelésben és műszerekben teljes felfejlődésben vagyunk s így a lendület sem fog hiányozni ahhoz, hogy a sürgősségi sorrendben legégetőbb problémákat mielőbb bonckés alá vegyük.

Korach Mór: „Az alagútkemence és a szendvics gyorségetés“ c. előadásához

MATTYASOVSKY LÁSZLÓ HOZZÁSZÓLÁSA

Teljes mértékben egyetértek Korach professzorral abban, hogy a magyar téglaiparnak mielőbb át kell térnie az alagútkemencés tégláégetésre.

A választandó kemencetípus tekintetében azonban feltétlenül az ú. n. „normális“ alagútkemencét javaslom, vágányokon járó kocsival, laza, függőlegesen, és a menetirányra merőlegesen vízszintes irányban is jól átszellőztethető rakománnyal és szórótüzeléssel.

Az alagútkemence energiafogyasztás tekintetében alig kedvezőbb a körkemencénél. Gazdaságossága rossz képet mutatna, sőt több alagútkemence megépítése esetén komolyan zavarná energiagazdálkodásunkat is, ha a szórótüzelésre alkalmas silány aprószén helyett generátorgáz tüzelésre vagy még drágább energiaféleségre térnénk át.

A tégláégető alagútkemence főelőnye, hogy segítségével az üzem automatizálható. A rakomány keresztmetszetét ennek megfelelően kell megszabni. A kemencekocsit úgy kell méretezni, hogy égetés után a téglákat villás emelőtargoncával emelhessük le, és rakhassuk a vasúti kocsira vagy a rakterületre. Ezzel azt érhetjük el, hogy a gyártás során egyetlen egyszer, a kemencekocsira való felrakáskor nyúl ember a téglához.

Az előadó azzal indokolja a szendvicskemence remélhető hőtani előnyét, hogy bár a lapos keresztmetszet a kemence köbtartalmára vonatkoztatott fajlagos felületi hőveszteség szempontjából kedvezőtlenebb a négyzetesnél, a csekély rétegvastagság gyorsabb égetést enged meg, és ezáltal a rakomány térfogatára vonatkoztatott fajlagos felületi hőveszteség csökken.

Fejttegetését teljesen tömör vagy legalább gyakorlatilag léghatlannak tekinthető rakományra vezeti le. Ez a megszorítás helytelen, mert a gyakorlat szerint az 1—2 m széles és 1—2 m magas kemencét nem rakják meg tömören, mert úgy a rakomány belsejét még lassú tolatással sem lehetne pusztán a felületről bevezetett hővel kiégetni.

Az alagútkemencekocsikat úgy rakjuk meg, hogy a gáz keresztirányban jól átjárja a rakományt. Megfelelő kényszeráramlással (recirkuláció vagy kettősfalú muffola) az ilyen rakomány hőfokát a teljes keresztmetszetben a gyakorlati igényeknek megfelelően egyenlítjük ki.

Folytassuk azonban a szendvicskemence elméletét: képzeljünk el két vagy több egymás fölé helyezett „szendvicset“, amelyet kétoldalról, a szendvics alá, fölé és a szendvicsek közé is becsapó lánggal, egyenletesen hevítünk. Az ilyen kemence kielégíti a szerző elméletének összes követelményét. A képletéhez fűzött magyarázat szerint kellő hosszúságú alagútkemencében a bevezetett hőnek lényegében csak a felületi veszteséget

kell pótolnia, és a felületi hőveszteség gyakorlatilag a felülettel arányos, így az ilyen többszörös szendvics igen kedvező magas hőindexet érne el. Erre számszerű példát is adhatunk. A szerző az előadása során megemlítette, hogy számításai szerint tégláégetésre körülbelül 15 cm rétegvastagságú, 3 m széles kemencerakomány a leggazdaságosabb. Ha e rakomány szendvicszerű fűtésére alul felül 10—10 cm szabad tér szükséges, akkor a kemence belső felülete folyóméterenként 6,70 m², hasznos ürtartalma pedig 0,45 m³. 1 m³-re eső hűlőfelület 15 m². Tegyük fel, hogy ennek a kemencének a hőindexe 100.

Ha 10 ilyen szendvicset helyezünk egymás fölé, akkor 3 m széles, 2,6 m magas lesz a kemence-tér. Belső felülete folyóméterenként 11,2 m², hasznos ürtartalma 4,5 m³. 1 m³-re 2,5 m² hűlőfelület jut csak.

Ha a betáplált hőt csupán a felületi hőveszteség pótlására fordítjuk, akkor a hőindex a fajlagos felülettel fordítva arányos. Értéke tehát

$$100 \cdot \frac{15}{2,5} = 600\text{-ra}$$

növekednék.

De ne javasoljunk ilyen óriási keresztmetszetet. Elégedjünk meg azzal, hogy az eredeti 3 m széles rakományt gondolatban három egyenlő részre vágjuk és azokat helyezzük a melegítés miatt szükséges 10 cm közzel egymás fölé. Ilyen módon 1 m széles és 85 cm magas lesz a rakomány. A folyóméterenkénti hűlőfelület 3,70 m², a hasznos ürtartalom 0,45 m³. 1 m³-re tehát 8,2 m² jut. A hőindex

$$100 \cdot \frac{15}{8,2} = 183\%.$$

Az ilyen kemence tehát a (6) képlet értelmében $100 : 183 = 55\%$ -át igényelné csupán az egyszerű szendvicskemence fűtőenergia szükségletének.

Ez a többszörös szendvicskemence nem egyéb, mint vízszintes polcokkal ellátott normális alagútkemence. Nem szükséges a rétegeket vízszintesen kiképezni, ugyanezt a célt elérhetjük a haladás irányára merőlegesen, függőlegesen szendvics-rétegekkel is, sőt megfelel az oszlopos rakomány is, akár szabad oszlopokból, akár függőlegesen légiáratokat tartalmazó szorosabb rakományból képezzük ki, feltéve, hogy ez utóbbi esetben a rakomány alján a keresztirányú áramlást vízszintes csatornákkal is biztosítjuk.

Ez a számítás világosan mutatja, hogy nem helyes az a feltevés, hogy a betáplált hőnek lényegében csak a felületi veszteséget kell pótolnia. Levezetéseiben Korach evvel a gyors tolatás előnyeit domborítja ki, de amint laza rakományra vonatkoztatjuk a tételt úgy a lapos keresztmetszet hátrányait mutatná.

1 m széles 80 cm magas 80 m hosszú alagút-kemencén 48 órás áthaladással végzett mérés szerint a kemence égető szakaszába táplált hőnek kereken 50%-a távozik az áruval a hűtőszakasz felé, kereken 25%-a füstgázvesztés, és kereken 25%-a a fűtőszakasz falvesztése. Ezek a számok kevésbé kedvezőtlen színben tüntetik már fel a lapos keresztmetszet hátrányait, mert azok csak az összvesztés egy hányadát növelik kiszámított arányban.

Mégis leszögezhetjük, hogy a felületi hővesztés szempontjából nem előnyös a lapos keresztmetszet, ezért általában inkább a négyzeteset megközelítő szelvényt választunk. Kivételt olyan különleges esetben tehetünk, amikor az égetendő termék mérete, a technológiai kívánalmak vagy az égetendő termék csekély mennyisége szólnak a lapos szelvény mellett. Példaképpen a gyújtógyertyaégetést említhetjük.

Egyetértek az előadóval abban, hogy nem célszerű, ha a hatásfokot az agyag égetésekor lejátszódó csekély hőnyelő folyamatra vonatkoztatjuk.

Az általa javasolt hőindex megállapítása azonban nem nyújt kellő felvilágosítást a kemence teljesítményéről és a teljesítményfokozás lehetőségeiről.

Közelebb jutunk a hatásfok számításhoz, ha külön számítjuk a melegítő szakasz, külön a hűtőszakasz és külön a kocsirakás hatásfokát. Külön kell figyelembe vennünk a rekuperációt is.

A kemence melegítő szakaszának hőtechnikai feladata, hogy a megrakott kocsiak a kívánt hőfokra hevítse, az esetleges nedvességtartalmat elpárologtassa és a kémiai változásokhoz szükséges csekély energiát is szolgáltatassa. E feladat elvégzésére a tüzelőanyagból (vagy villanyáramból) nyert energiát és a hűtőszakaszból visszanyert hőenergiát használja fel. A hasznosított és a kapott energia viszonya a fűtőszakasz hatásfoka.

Pl. a pécsi porcelánégető Dressler-kemence fűtőszakasza óránként 1,070.000 gázkalóriát fogyaszt, és ezenfelül 308.300 kalória értékű meleglevetőt is kap a hűtőszakaszból. A megrakott kocsi szárítása, izzítása és a kívánt hőfokig való hevítése 667.600 kalóriát igényel. A hatásfok tehát $n_f = 48,5\%$.

A hűtőszakaszba 647.000 kalóriával érkezett a kocsi, ebből 308.300 kalória az égők levegőjét melegíti elő, 147.000 kalória értékű meleglevetőt a szárítóüzem kap. A hűtőszakasz hatásfoka tehát $n_h = 70,5\%$. A szárítóüzemnek adott hulladékmeleg a kemenceüzem számára elveszett, tehát a kemenceüzem számára értékesített hatásfok csak 48%. De ne ezzel a százalékszámmal számoljunk, hanem helyette az előmelegítő szakaszra vonatkoztatott rekuperációs viszonyzámmal. Viszonyítsuk az égetőszakaszba betáplált összes hőmennyiséget a betáplált külső energia mennyiségéhez. Példánkban ez a viszonyszám $k = 1,29$.

Igen fontos szám a kocsirakás hatásfoka is. Példánkban a megrakott kocsi által felvett energiából a nedvesség elpárologtatására, a porcellán izzítására és felmelegítésére 117.600 kalória fo-

gyott. A többi a tokokat, égetési segédeszközöket és a kocsifelépítményt melegítette. A kocsirakás hatásfoka tehát $n_k = 17,5\%$.

A kemence hőindexét a melegítőszakasz hatásfokának, a kocsirakás hatásfokának és a rekuperációs viszonyszám szorzata adják.

$$R = n_f \cdot n_k \cdot k = 48,5\% \cdot 17,5\% \cdot 1,29 = 11\%$$

Az így tényezőire bontott hőindex igen hasznos felvilágosításokat ad. Világosan mutatja, hogy a rakásmód megváltoztatása vagy a rekuperáció fokozása nélkül a hőindex alig növelhető. Megcáfolhatjuk tehát, hogy pusztán gyorsabb tolatással többszöröseire volna növelhető a hőindex.

A hőindex felső határa a fűtőszakasz és a kocsirakási mód 100%-os hatásfoka esetén a rekuperációs viszonyszám.

Keresztrekuperáció nélküli, redukción porcelánkemencéknél a rekuperációs hatásfoknak éles határt szab az, hogy legfeljebb annyi levegőt vihetünk az égőkhöz, amennyi a betáplált gáznak még redukáló füstgázzá való elégetésére elfogy és az, hogy e levegő hőfoka kisebb mint az égetett áru hőfoka.

Példánkban 3 417 kcal/m³ fűtőértékű gáz teljes elégetésére 3,6 m³ levegő fogy. Az égetett áru hőfoka 1400 C°. A rekuperálható kalóriamennyiség felső határa 1 600 kcal/m³ világítógáz. A rekuperációs viszonyszám felső határa tehát

$$\frac{5\ 017}{3\ 417} = 1,47 \text{ alatt marad.}$$

Az oxidáló légterű alagútkemencék rekuperációs lehetőségének felső határa nem ismerhető fel ilyen világosan, de a gyakorlat azt mutatja, hogy ha a gázfűtésű kemencékben az áru irányával szemben rekuperációs szándékkal erős légáramot indítunk, ez a tüzelőanyag fogyasztást növeli. Növekszik a füstgázvesztés és növekszik a falvesztés is.

Az entropia törvénye szerint a hőenergiát alacsonyabb hőfokú helyről magasabb hőfokúra nem vihetjük át. A kemence hűlőszakaszán befűtött levegő elsőfokon hűti a csúcshőmérsékletet, és csak az előmelegítő szakaszban adja le többlet-energiáját. Ez a többlethőenergia pedig csak akkor mutatkozik megtakarításként, ha melegebb fűtendő kocsiikkal érkezik a termék a tűztérbe. A folyamat hatására tehát a hőtanilag gazdaságos és a rakomány fűtése szempontjából is kedvező konkáv felmelegítési görbe konvexszé domborodik. A kemence kezelői ilyenkor azt mondják, hogy a tűz előrejött. Ennek az a következménye, hogy az előmelegítő szakaszban növekszik a falvesztés és a füstgázvesztés is. Az égetési görbe megigazítására már nemcsak a kemence végén kell füstgázt elszívunk, hanem közbülső helyeken is.

A gázkemencéktől némileg e tekintetben is különböznek a villanykemencék. Kitűnően hőszigetelt, természetüknél füstgázvesztéstől mentes és ezért meredek törésű hőfokgörbét^o adó

kemencékben a hosszrekuperáció is alkalmazható. Hosszrekuperációs keményporcelán égető villanyfűtésű kemencék gyakorlatban kb. 20%-os hőindexet értek el. Keresztrekuperációs ikerkemencék gyakorlatban kb. 35%-os hőindexet is elértek. A rossz hőindexet a kedvezőtlen kocsirakási hatások adják.

Vaskosaras kemencékben festékeégetéskor a villanykemencék hosszrekuperációval 70%-os, keresztrekuperációval 125%-os hőindexet értek el. Korach 2. táblázatában megadott hőindex különbségek csak az esetben érthetők, ha a „normális kemencében” technológiailag felesleges módon sok égetési segédeszközzel, talán tokokban égettek. Erről azonban a pusztá hőindex közlése nem tájékoztat.

Az elméleti számolásokkal kapcsolatban megjegyzem, hogy miután a nagy kemencék keresztmetszetét sohasem rakjuk meg tömören a rakománnyal, a 10. ábra szerinti parabola és hiperbola metszéspontja nem az optimális kemencekeresztmetszetet ábrázolja.

A görbe kvantitatív kiértékelésére csak akkor térhetünk, ha anyagjaink hővezetőképességét magas hőfokon is megmérjük. Rendkívüli nehézséget okoz egy tömörnek tekintett, samott-tokokba helyezett kerámiai tárgyából álló vagy akár tokozatlan zsugorodófélben lévő izzó porcelánszigetelő hővezetőképességének meghatározása.

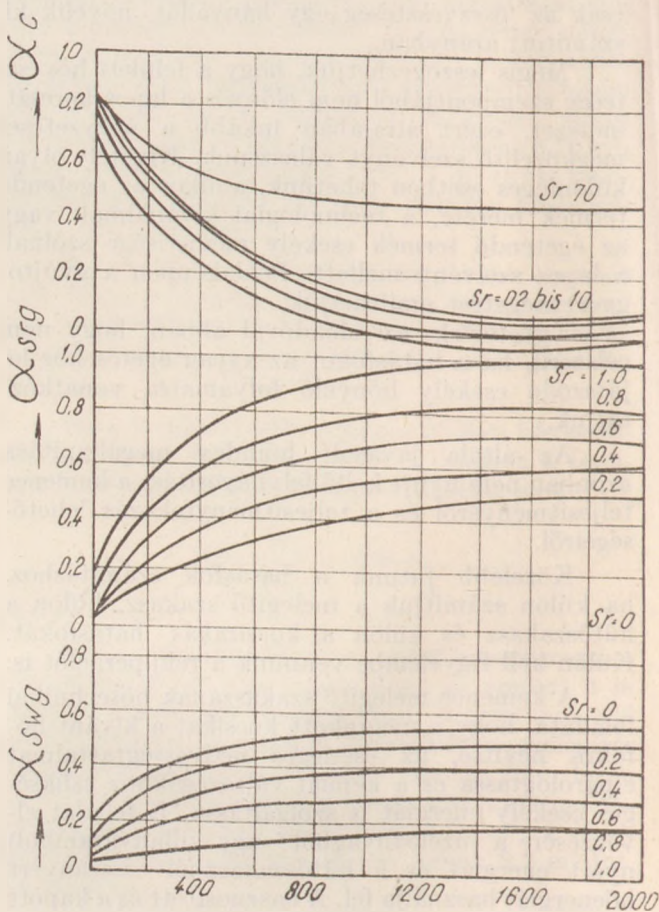
Fokozza a bizonytalanságot, hogy a (6) képletben szereplő veszteségtételeket, amint már kimutattuk, nem hanyagolhatjuk el, sőt konstansnak sem tekinthetjük, amint a tolási sebesség függvényében vizsgáljuk a viszonyokat. Adott kemencében a tolási sebesség növelésével szélesedik a tüzes szakasz, ahogy a kemencekezelők mondják, előre és hátra is húzódik a tűz. A csúcshőmérsékleten lévő szakasz kivételével tehát minden szakaszban növekszik a hőfok. Ez a körülmény növeli a falvesztéséget és a füstgázvesztéséget is.

BRÉDA GYULA HOZZÁSZÓLÁSA

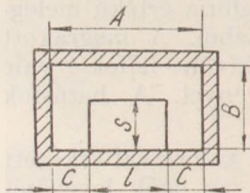
Dr. Korach kartárs az alagútkemencék és a szendvicsgyorségetéssel kapcsolatos igen értékes és nagy gondal összeállított munkáját nem bírálni szeretném annál is inkább, mivel ezzel egy új fejezetet nyitott meg az alagútkemence fejlődésében. Céлом az, hogy kiegészítsem, valamint hogy az így kialakítható viták által a közölt tanulmányból a gyakorlat számára levonható következtetéseket tökéletesítsük, és a tudományos vizsgálódás szempontjából maga után hagyó esetleges hézagokat pótoljuk.

Szerző tanulmánya első részében kifejti, hogy az alagútkemencék problémáját Grum Gzsimajlo, orosz kohász értékes munkája és modellkísérletei nyomán tette vizsgálat tárgyává, amelynek nyomán eljutott a szendvicségetés elméletére. Éppen eme eredmények után kérdőjelként áll a szerző előtt, hogy mégis miért nem talált utalást kemencetechikai irodalomban (még a szovjet kemencetechikai irodalomban sem) Grum Gzsimajlo munkájára.

Ugy vélem miután, Grum Gzsimajlo modellkísérleteivel a konvekciós részét vizsgálta a hőátadásnak, — miután abban az időben az összes hőátadást a konvekciónak tulajdonították, ezért a kemencetechikai irodalomban — miután tisztázódott a sugárzás szerepe a hőátadás folyamatában, a konvekciót elhanyagolták. Schwiedessen elméle-



$$\varphi = \frac{l + 2s}{A + 2(B + C)}$$



1. ábra.

A hőátadás megoszlása konvekció, füstgáz sug., fal sug. állandó $\varphi = 0.8$ felületi viszony és különböző füstgáz feketeségi fok mellett.

tileg is levezette, Schack gyakorlatilag kimutatta, hogy a konvekciós hőátadás magas hőmérsékletű kemencékben elenyészően csekély, Heiligenstädt szerint elhanyagolható a sugárzáshoz képest. Hogy a számítások és kísérleti eredményeken alapuló hőátadás részleges megoszlását áttekinthessük, egy Schwiedessentől származó diagramot mutatok be.

Ezen a diagrammon látható, hogy a konvekció befolyása a hőátadásra 800°C felett jelentéktelen a gáz és falsugárzáshoz képest. A kohászat viszont 90%-ban magas hőmérsékletű kemencéket tart üzemben s miután az egész kemence-

technikát a kohászat, nehézipar fejlesztette ki, azért a kemencében történő konvekciós hőátadással az előbbi okok miatt nem is foglalkoztak, kivéve a csöveket, csatornákat, ahol a konvekciós hőátadás fontos.

Ellenben szárítóknál, ahol a hőátadásnak éppen a konvekciós része az érdekes, felfedezték Grum Gzsimajlo értékes munkáját.

Csövekben, csatornában, ahol a konvekciós, hőátadás igen fontos, (rekuperátorok, regenerátorok), alagútkemence — szerző szerint szintén csőnek fogható fel) ellentétben a szerző megállapításával, a konvekciós hőátadást a legmesszebbmenően feldolgozták, és széleskörű irodalma ismeretes. Heiligenstädt szavaival élve „a csövekben történő hőátmenet folytán az érintkezési hőátvitel elmélete fejlődött ki, és emellett ösztönzést adott a kísérletek egész sorára, melyek biztosítják az e terület feletti kellő uralmat. A Schack a megbízható kísérletek sorát összefoglalta és a következő hőátmenetképletmegoldást adta...“ stb. Ismereteink szerint a csövekben és csatornában történő hőátadást már rég vizsgálták, és Nusselt elméletileg is levezette az erre vonatkozó tudnivalókat.

Hozzászólásom súlypontját azonban a hőveszteségek és a melegítési idő optimumát adó, legkedvezőbb kemencemagasság képezi. Szerző ezt a vizsgálatot a hővezetés általános, differenciált egyenletének, Ádáms, Williamson-féle megoldásával végzi el. Ugy vélem, hogy figyelmen kívül marad a formula alkalmazásánál a differenciált egyenlet megoldásánál alkalmazott kezdeti és határfeltételek.

Ez a formula ugyanis a következő határfeltételek mellett jött létre: Ha valamely melegítendő anyag felületét hirtelen t_2 hőmérsékletre emeljük, és állandóan azon a hőmérsékleten tartjuk, akkor az anyag magja (leghidegebb pontja) hőmérsékletének időbeli változását az alábbi megoldás szolgáltatja:

$$t_k = t_2 + (t_a - t_2) f\left(\frac{4a\tau}{S^2}\right),$$

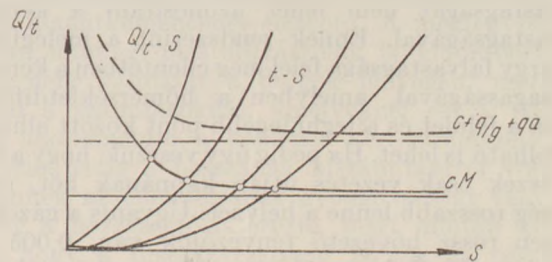
ahol t_k a melegítendő anyag leghidegebb pontja hőmérsékletének időbeli változása, nem pedig „az égetendő massa középpontjának kezdeti hőfoka“, amint az valószínűleg sajtóhiba folytán bekerült a tanulmányba.

Fenti formulából már kiderül, hogy a melegítési idő az anyag vastagságának négyzetével változik, ami a szendvicskemencék praktikus voltára enged következtetni.

A fenti megoldás kezdeti feltételei azonban közel sem elégítik ki az alagútkemencében lejátszódó melegítési folyamatot, ahol a melegítendő anyag felületét fokozatosan emelem t_2 hőmérsékletre. Ennek a körülménynek megfelel pl. egy 1000 C° vasdarabnak vízben történő lehűtése. Ugyanakkor a hőmérséklet időbeli lefolyása sem lesz parabolikus (lásd Stahl u. Eisen 1930. szept. 11. sz.) mivel ez a formula végtelen nagy hőátadást feltételez. Ha az optimumnak megfelelő „ S_0 “ vastagságot a fentiek figyelembevételével vizs-

gáljuk, akkor a nyerhető görbe semmi esetre sem lesz azonos a szerző által lerögzített parabolával. Ekkor ugyanis az a feltevése, hogy a hőkiegyenlítődség véges τ idő múlva gyakorlatilag tökéletesnek tekinthető $4 Fo = 1,2$ érték után, már korábban esetleg $4 Fo = 0,3$ értéknél be fog következni. Ez azonban egy egészen más hajlású parabolát eredményez.

Miután azonban a probléma bonyolultságából kifolyólag $4 Fo = 0,3$ érték sem biztos, így a parabola iránytangensére igen sok érték lehetséges, amely a τ -s görbének a Q/τ -s görbével való metszéspontokra egy-egy lehetséges optimumot eredményez. Ábrában a következőkép:



2. ábra

Az ábra szerint az optimális keresztmetszet megállapítása a jó hőkiegyenlítődség helyes feltevésétől függ. Az S_0 legkedvezőbb kemenceméretre a vizsgálat tehát egy intervallumot eredményez, ahol a szórás nagyságát növeli még az aszimptóta helyzete is.

A szerző feltevéseivel, hogy a gyakorlatban fellépő veszteségeket elhanyagolja, csökkenti ennek a szórásnak nagyságát. Az egyik görbe ugyanis egy

$$y = C\left(\frac{a}{x} + 1\right) \text{ jellegű hiperbola, amelynek}$$

asszimptotája $x \rightarrow \infty$ esetén $y \rightarrow C$. Ezt a C konstans növeli még a füstgázvesztesség q_{fg} és az anyaggal távozó melegvesztesség q_a melynek következtében az asszimptota valóságos helyzete $C + q_{fg} + q_a$ lesz. A bizonytalanság pedig S_0 értékére nézve annál nagyobb, minél messzebb kerül az s tengellyel párhuzamos asszimptota az s tengelytől.

Miután pedig ezt a körülményt nem tudjuk megállapítani, a vizsgálatot csak a Gröber-féle egyenletekkel végezhetjük, amelyeknek kezdeti és határfeltételei, hogy a melegítendő anyagot t_0 hőmérsékletű közegbe helyezzük, amelynek hőfoka a melegítés folyamán nem változik, és a hőátadási tényezője α , akkor a melegítendő anyag felülete hőmérsékletének időbeli lefolyása a következő; ha az anyag kezdeti hőmérséklete t_a

$$t_0 = t_g + (t_a - t_g) f_1\left(\frac{4a\tau}{S^2}; \frac{\alpha s}{2\lambda}\right).$$

A leghidegebb pontjának hőmérséklete pedig:

$$t_m = t_g + (t_a - t_g) f_2\left(\frac{4a\tau}{S^2}; \frac{\alpha s}{2\lambda}\right).$$

Itt a határfeltétel nehézségeit át tudjuk hidalni egy ügyes műfogással, amely Schacknak

fentebb közölt tanulmányában található és amelyre csak utalok. Ha az $\frac{\alpha s}{2\lambda}$ kicsi, akkor a hőmérsékletek időbeli lefolyása a vastagság első hatványa szerint változik, ha pedig értéke nagy, ami akkor következik be, ha $\alpha \rightarrow \infty$ akkor a melegítési idő a vastagság második hatványa szerint változik. Ezek szerint az optimum vizsgálatahoz felhasznált görbe nem is parabola, hanem miután a gyakorlatban sem végtelen nagy, sem pedig végtelen kicsi hőátadási tényezővel nem számolhatunk, egy a vastagság első és második hatványa közé eső görbe, amelyet helyesen csak a Gröber-féle egyenletek adnak meg.

Hozzáteszem még, hogy a melegítendő anyag vastagságát nem lehet azonosítani a kemence vastagságával. Ennek rendszerint a melegítendő tárgy falvastagsága felel meg ellentétben a kemence magasságával, amelyben a hőmérsékletdifferencia a felület és a leghidegebb pont között elhanyagolható is lehet. Ha pedig úgy vesszük, hogy a belső részek csak vezetés útján kapnának hőt, akkor még rosszabb lenne a helyzet. Ugyanis a gázoknak igen rossz hővezető tényezőjük van, 0,005—0,5 kal./móC°. És ha a melegítendő anyag közeit kitöltő gázok és anyag hővezetési tényezőiből képezzünk egy, a valóságot megközelítő hővezetési tényezőt, a viszonyok rosszabbodnak. Ez esetben ugyanis az $a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma}$ érték csökken és a feltételezett

$$\tau = \frac{1,2}{4a} s^2$$

parabola iránytangense növekszik, miáltal egy a számítottnál meredekebb hajlású parabolát eredményez.

Még helyesebb volna a kérdést talán a Helveg Schmidt-féle tolókemencékre vonatkozó számításaival vizsgálni. A számításaik alapfeltétele ugyanis, hogy

a) elhanyagolhatjuk a melegítendő anyag homokfelületének befolyását a melegátadásra,

b) a melegítendő anyag termikus jellemzőjét a hőmérséklettől függetlennek vesszük, és középhőmérsékleti értékeit vesszük számításba,

c) a felületen át az anyagba befolyt hó legyen a kemence kezdetétől mért távolság megadott függvénye, az alagútkemencékben is jól kielégíthetők, és ezért a gyakorlat számára is eléggé pontos eredményt kapunk. Egyes feltevések nem fedik olyan jól a valóságot, mint a tolókemencében melegített, szorosan egymás mellett fekvő vastömbök-nél, más feltevések pedig, amelyek itt szerepelnek, sokkal jobban fedik a valóságot, mint az említett kemencetípusnál.

Az elmondottak alapján a következőket szögezhetjük le: Bár a tanulmány, amelynek helyességét a gyakorlat is igazolja, nagyon értékes, mégis hagy kívánnivalót maga után, és pedig:

1. úgy vizsgálandó meg a kérdés, hogy figyelembeveendőek az alagútkemencében lejátszódó valóságos melegítési folyamatok,

2. megvizsgálandó az alagútkemence keresztmetszetének optimumára vonatkozó melegítési

processzus a valóságos folyamatot jobban megközelítő Gröber-féle függvényekkel,

3. ajánlatos volna, az egész kérdést Schmidt-Helveg-féle számítással vizsgálat tárgyává tenni. Ez a számítás minden bizonnyal a szendvicskemencék előnyét fogja igazolni, ez azonban a felfűtési görbe helyes megválasztása alapján (melyet az ellenáramú rendszerek ismeretében jól meg lehet választani minden tekintetben a valóságot követi).

A második fejezet 2. pontjával kapcsolatban az a véleményem, hogy bár hőindexbevezetés helyénvaló, és nem rossz, mégsem lehet fokmérője a kemence minőségi működésének. Ez lehet egy összehasonlítási alap, amely azt mondja csak ki, hogy egy esetleges jó kemencénél egy másik, amelynek magasabb a hőindexe, jobb. Ez az összehasonlítás azonban, hogy egy „jónál-jobb” nem abszolút érték mérő, és semmit sem mond a kemence gazdaságosságára még akkor sem, ha tudjuk azt, hogy a 100%-os hatásoknak a végtelen hőindex felel meg. Még pedig azért nem lehet, miután az eddig tapasztalt legmagasabb hőindex és a végtelen közé számtalan sok érték iktatható be. Helyesnek ezért a hatásfok általános definícióját ajánlom az

$$\eta = \frac{Q_b - Q_v}{Q_b},$$

amelyet minden esetben megállapíthatónak vélek:

Megjegyzem még, hogy a szerzőnek az a kitétele, hogy „ d pedig a hidraulikus átmérő a keresztmetszet felületének megfelelő kör átmérőjét jelenti” kifejezés, nem egyértelmű. Ugyanis a hidraulikus átmérő, amely $d = \frac{4F}{K}$, ahol F a felület és K pedig kerületet jelent, nem azonos a keresztmetszet felületének megfelelő kör átmérőjével. Nyitvamaradó kérdés tehát, hogy hidraulikus átmérőt jelent-e d a Korach-féle empirikus képletben, vagy a keresztmetszetre vonatkozó kör átmérőjét.

A 9. és 10. ábrán a Q_s/t és Q_s/t_h hibás, a t mindenütt τ -nak értendő, valamint a 30. egyenletben $\frac{\alpha s}{4l}$ helyett $\frac{\alpha s}{2\lambda}$ értendő.

Amennyiben tudhatom azt, hogy hozzászólásommal elősegítettem az alagútkemencék és szendvics válfaja elméletének kikristályosodását, úgy örömmel állapítom meg, hogy hozzászólásom félreértésre nem talál.

KORACH MÓR VÁLASZA MATTYASOVSZKY LÁSZLÓNAK

Mattyasovszky László elvtárs egyrészt helyenként félreértette a szendvicskemence elméletével kapcsolatos fejtegetéseimet, másrészt olyan állításokat cáfol, amelyek részemről nem hangzottak el, vagy legalább is nem olyan értelemben mint amit cáfol. Ezért többek között nem érthetek egyet azzal a határozott kijelentésével, hogy „feltétlenül az ú. n. normális alagútkemencét” javasolja a téglaiparban bevezetni.

Csak futólag érintem a hozzászólás bevezető részének azokat a megjegyzéseit, amelyek a kérdésben nem súlyponti jelentőségűek: a szórótüzelés, a gáztüzelés, az automatikus rakodás kérdését. Szendvicskemencében éppen úgy lehet szórótüzelést alkalmazni, s az automatizálás alkalmazása legalább olyan könnyű mint más alagút-kemencék esetében.

Mattyasovszky et. szerint fejtegetésem „teljesen tömör, vagy legalább gyakorlatilag léghatatlannak tekinthető rakományra“ vonatkozik, amely „megszorítás“ szerinte helytelen. Utalok itt az Építőanyag-ban megjelent tanulmányom utolsó részére, melyben levezetésemet a normális hézagos rakományra is kiterjesztettem. Hozzáteszem, hogy az elméletben felhasznált egyenletek a rakomány átlagos hőfokvezetési együtthatóját tartalmazzák, amelyet gyakorlati célokra nem homogén rakomány esetében is ki lehet számítani. Négy évtizedes kerámiai gyakorlatom tapasztalatai természetesen megegyeznek Mattyasovszky et.-nak avval az állításával, hogy az „1—2 m széles és 1—2 m magas kemencét nem rakják meg tömören, mert így a rakomány belsőjét még lassú tolatással sem lehetne kiegészíteni pusztán a felülről bevezetett hővel.“

Egyebekben Mattyasovszky et. egész érvelése azon a meggyőződésen alapszik, hogy „megfelelő kényszeráramlással... az ilyen rakomány hőfokát a teljes keresztmetszetben a gyakorlati igényeknek megfelelően egyenlítőjük ki“. Ezzel az állítással azonban sem elméleti, sem gyakorlati szempontból nem értek egyet. Állításából nyilvánvaló, hogy többízben közölt kemencehőfok méréseimet, valamint az előadásomban idézett legújabb méréseket, amelyek saját nagyszámú tapasztalataimat erősítik meg, nem veszi figyelembe. Grun-Gzsimailo áramlási munkája és Salmang nemrég megjelent kísérleti eredményei az alagút-kemencének egyenlőtlen hőmegoszlására vonatkozólag azonban ugyanezt bizonyítják. Mind az idézett munkák, mind saját tapasztalataim azt mutatják, hogy ezt a hőkiegyenlítődést a normális alagút-kemencékben semmiféle „recirkulációval“ elérni nem lehet. A munkámban idézett normális alagút-kemence szintén recirkulációs kemence volt.

Mattyasovszky et. a normális hézagos rakomány alagút-kemencét többretegű szendvicskemencére vezeti vissza. Ez a gondolat felületes szemlélő számára rokonszenves lehet, sőt magam is foglalkoztam átmenetileg azzal a gondolattal, hogy ilyen „többretegű“ szendvicskemencét is lehetne építeni, ha nem is úgy, ahogy azt Mattyasovszky képzele, hogy ugyanis nem csinálunk szendvics kemencét, hanem maradunk a régivel és elnevezzük többretegű szendvicskemencének. Egyik szabadalmamban szerepel is egy ilyen „többemeletes“ szendvicskemence: hogy annak kivételét nem kíséreltem meg, annak okaira itt nem kívánok kitérni. Csak annyit jegyzek meg, hogy az ilyen kemence egyáltalán nem hasonlít egy normális alagút-kemencéhez, amely Mattyasovszky szerint elméletem összes követelményét kielégíti,

de szerintem és — ami összehasonlíthatatlanul döntőbb — a gyakorlat szerint nem.

A továbbiakban Mattyasovszky azt a „feltevést“ tulajdonítja nekem, hogy „a betáplált hőnek lényegében csak a felületi veszteséget kell pótolnia“. Idézett munkámban kifejtettem, hogy levezetésem egyszerűsége érdekében olyan kemencét tétéleztem fel, amelyben ez az eshetőség megvalósul, de távolról sem állítottam azt, hogy ez a körülmény általában áll fenn. A gyakorlatban előfordul (pl. bizonyos mérségető kemencék-nél), hogy a kemence, az áramlás és a rakomány darabjai úgy vannak méretezve, hogy a füstgáz-veszteség elhanyagolható. Könnyen kimutatható, hogy kellő meghosszabbítással ez az állapot bármilyen alagút-kemencénél elérhető. A megjegyzés azonban, mint ezt más hozzászólók is kidomborították nem változtat a dolgok lényegén, mert azoknál a számításoknál, amelyeknél ezt a feltevést alkalmaztam, a kemence keresztmetszetének, nem pedig a hosszának kiszámításáról volt szó. Ennek az ellenvetésnek gyöngye oldalát valószínűleg a hozzászóló is érezte, mert miután kiemeli, hogy a füstgáz-veszteség 25%-a az összes veszteségnek, hozzáteszi, hogy „ezek a számok kevésbé kedvezőtlen színben tüntetik már fel a lapos keresztmetszet hátrányait, mert azok csak az összveszteség egy hányadát növelik a kiszámított arányban“. Ha feltételezzük, hogy olyan szendvicskemencét építünk, amelynél a füstgáz-veszteség megmarad a összveszteség 25%-ának, akkor is jelentős tüzelőanyagmegtakarítással állunk szemben, ha szem előtt tartjuk a szendvicskemencével nyert tapasztalatokat. Eszerint ugyanis is az ilyen kemencék fogyasztása átlagosan 30%-a a normális alagút-kemence fogyasztásának. Ilyen módon a normális alagút-kemencék füstgáz-veszteségének már csak a 30%-a jön számításba, ami igen lényeges.

A hozzászóló azt állítja, hogy „az általam javasolt hőindex“ megállapítása nem nyújt kellő felvilágosítást a kemenceteljesítményre. Tanulmányomból azonban megállapítható, hogy csupán a „hőindex“ elnevezést javasoltam egy olyan fogalomra, amit a kerámikusok régóta használnak és aminek tökéletlenségére már 30 évvel ezelőtt és azóta többízben felhívtam a figyelmet. A javasolt elnevezést egy nagyon káros fogalomzavar elkerülése érdekében vezettem be a régi elnevezés helyett. A felszólaló ellenvetése így lényegében az ellen irányul, aki ezt a fogalmat képviseli. Mattyasovszkynak azokkal a fejtegetéseivel kapcsolatban, amelyekben a kemence „hatásfokának“ helyesebb kiszámítása céljából a kemencét szakaszokra bontja, rövidesen alkalmam lesz hővebben is nyilatkozni. Ez a kérdés a Német Demokratikus Köztársaságban nem régen tartott ankéton is szerepel. Mattyasovszky egyébként maga is használja a téves „hatásfok“ kifejezést. A legtöbb kerámikus fogalomzavarban szenved a „hasznosított“ energia dolgában és látszólag ugyanabba a hibába esik a hozzászóló is. Innen eredhet, hogy a „hőindex“ fogalmával kapcsolatos megjegyzéseimet félreértette,

A hozzászóló szerint a „recirkuláció fokozása nélkül a hőindex alig növelhető“. A gyakorlat már bebizonyította ennek ellenkezőjét. Itt azonban egy elvi tévedéssel is szemben állunk. Mattyasovszky ugyanis a továbbiakban azt mondja: „megcáfolhatjuk tehát, hogy pusztán gyorsabb tolatással többszöröseire volna növelhető a hőindex.“ Ez az általam kifejtett elvek teljes félreértését jelenti. Nem *pusztán* gyorsabb tolatással, hanem elsősorban az *égetőkemence optimális keresztmetszetének* a megállapításával érjük el a hőindex emelkedését; a gyorsabb tolatás lehetősége az optimális keresztmetszet következménye. Ilyenformán a tolatási sebességgel kapcsolatos hozzászólások elvesztik létjogosultságukat. A hozzászóló a normális kemencében tett tapasztalatokból indul ki, amelyeknél az adott, nem optimális keresztmetszetű kemencéhez meghatározott tolatási sebesség (és ezzel összefüggő gázsebesség) tartozik. Ettől a gyakorlatban a teljesítmény növelése érdekében sokszor eltérnek és így a kemence hőindexe csökken. A szendvicskemence elmélete szerint előbb ki kell számítani az optimális kemenceméreteket, amelyek a megfelelő legelőnyösebb tolatási sebességet egyszer és mindenkorra megszabják. Ha ez a sebesség sokkal (kb. nyolcszor) nagyobb mint a normális kemencéknél, ebből távolról sem következik, hogy ugyanezt a sebességet a normális alagút-kemencére alkalmazni lehetne.

A hozzászólás végén Mattyasovszky megjegyzi, hogy az általam közölt táblázatban megadott hőindex-különbségek csak az esetben érthetők meg, ha a „normális kemencében“ felesleges módon sok égetési segédeszközzel égetnek. Világosan kitűnik a szövegből (2. táblázat) és előadásomban is említettem, hogy a hőindexet az egész *bruttó* rakományra vonatkoztattam, nem úgy mint Mattyasovszky a nettó rakományra a kocsirakomány határfokának bevonásával. Egyébként hozzátehetem, hogy a két összehasonlított kemencében az áru és a segédeszközök súlyaránya között gyakorlatilag nem volt különbség.

Természetesen mindezek az érvek csak akkor lehetnek lényegesen döntőek, ha azokat a gyakorlat alátámasztja. Az erre vonatkozó gyakorlati mérőszámokat több ízben ismertettem. Nem vehe-tem, nyilván, rossznéven ha azokat fenntartással fogadják, addig amíg hazai kísérletek nem szolgáltatnak kellő tapasztalatot a szendvicségetés eredményeiről. Mégis, az eddig külföldön szerzett

tapasztalatok az általam javasolt égetési módszerrel kapcsolatban indokolttá teszik annak reményét, hogy a módszer Magyarországon is alkalmazható lesz.

KORACH MÓR VÁLASZA BRÉDA GYULÁNAK

Bréda elvtárs fejtegetései kiegészítik az „Építőanyag“-ban közölt elméleti elgondolásokat, s azokkal lényegükben egyetértek. Csupán egy kérdésre vonatkozólag tartom szükségesnek állást foglalni.

Bréda elvtárs közleményem azon megállapítását, hogy „a természetes konvekciónak még kényszeráramlás és turbulens mozgás esetén is fontos szerepe van az áramlás és hőátadás dinamikájában“, s az ezzel kapcsolatos megjegyzésemet, hogy „a forró gázok konvekciós áramlását csövekben... a hőtechnikai irodalom csak most kezdi vizsgálat tárgyává tenni“ (a nyomtatott szövegben a „konvekciós“ jelző kimaradt) azzal a kommentárral kíséri, hogy az áramlásban ezt a kérdést már régen tanulmányozta, tisztázva a konvekció szerepét a hőátadásban. Nézetem szerint a két felfogás ellentéte csak látszólagos, és a „konvekció“ kifejezés értelmezésén múlik. Én ezt a szót nem a „konvekciós hőátadásra“, hanem a hőnek áramlás útján a folyadékokban és gázokban történő helyváltoztatására vonatkoztatom, ami a fajsúlyváltozás következménye. Mint határeset elképzelhető, hogy egy tökéletesen szigetelt edényben, amelyben a folyadékot annak alsó rétegében belülről adiabatikusan melegítjük, hőátadás nincs, csupán a melegebb folyadék áramlása alulról fölfelé, feltéve, hogy egy olyan ideális folyadékról van szó, melynek a hővezetési tényezője egyenlő nullával, s csupán hőátadási tényezője véges.

Ilyen esetekben a folyadékok és a gázok először csak magukkal viszik a meleget, ami az alagút-kemencékben olyan gyorsan történik, hogy útközben alig van idejük jelentősebb hőátadásra, s a meleget csupán a kemence boltozata mentén áramolva adják át nagyobb mennyiségben, miután az így nyaldosott felület, a kemence hosszanti irányban való kialakítása következtében (az ipari alagút-kemencék hossza az átmérőnek 50-szerese, sőt néha 100-szorosa), sokszorta nagyobb mint a függélyes irányban a konvekciós áram nyaldosta felület.

Gomperz István: „Szovjet szárítási elméletek és a szárítással kapcsolatos kutatási feladatok“ c. előadásához

Dr. ALBERT JÁNOS HOZZÁSZÓLÁSA

Gomperz kartársam szovjet tudósok kutató munkái alapján körvonalazta azokat az irányelveket, amelyek a szárítással kapcsolatos kutatási feladatok kidolgozásának alapjául szolgálhatnak.

Rámutatott arra, hogy a szárítási folyamatot a megmunkálási víznek különböző intenzitással kötött formái, a kapilláris, adhéziós és rács-szerkezetbe behatolt víz döntő módon befolyásolják. Ismertette a Mollier, ixdiagrammot Ramzin szerkesztésében, gyakorlati példákkal igazolva, hogy ennek ismerete nélkül a gyakorlatban dolgozó, vagy kutató mérnök, és technikus eredményes munkát kifejtteni nem tud.

Világos és jól érthető fejtegetései igen hasznos vezérfonalként szolgálhatnak a gyors szárítás egyre nagyobb jelentőségű problémájának kidolgozásánál is.

Mínthogy a gyors szárítás kérdésének tanulmányozása Kutató Intézetünk Durvakerámiai Osztályának súlyponti feladata, szeretném ismertetni azokat a szempontokat, amelyek alapján egyelőre kezdetleges és hiányos felszerelésünk mellett kutató kísérleteinket megindítottuk. A. Likov és O. Kirscher nagyjelentőségű tanulmányai szolgálnak ehhez támpontokat.

A szárításnál lényegében három fizikai folyamat megy végbe.

1. A víz a kapillárisokban fellépő nyomáskülönbségek hatására a száradó test belsejéből a felületre áramlik.

2. A víz a száradó test határrétegében és a szárító közegben kialakuló parciális gőznyomások különbsége következtében a szárító közegbe diffundál, vagy párolog. Az áramlásban lévő szárító közeg a képződött vízgőzt felveszi és elvezeti.

3. A száradó test zsugorodik, és közben szöveti szerkezete pórussá válik.

A szárítási folyamat alatt a megmunkálási víz párolgás útján történő távozása folytán az agyagrészecskék közelebb kerülnek egymáshoz, a kerámiai test zsugorodik. A távozó víz helyét azonban részben levegő foglalja el és ezért a kiszáritott test pórusos szerkezetű lesz. Mint ismeretes, a zsugorodás és pórusképződés három szakaszban megy végbe. Az első szakaszban a test tömör marad, pórusképződés még nincs, az anyag csak zsugorodik, a száradó test térfogata a távozó víz térfogatával csökken. A második szakaszban a zsugorodás folytatódik, eléri maximumát és ezzel a zsugorodási folyamat be is fejeződik. Egyidejűleg azonban a pórusképződés is megindul, a távozó víz egy részének helyébe levegő nyomul. Ezért a száradó test térfogatcsökkenése ebben a szakaszban már kisebb, mint a távozó víz térfogata. Amikor a zsugorodási folyamat véget ér, az anyag formálható-

sága megszűnik és rugalmas anyagként viselkedik. Ezt az állapotot a kerámiai anyag bőkemény állapotának nevezzük. A harmadik szakaszban csak pórusképződés van és a szárítási folyamat fokozatosan befejeződik.

A zsugorodási folyamat alatt a kerámiai testek repedésre és torzulásra hajlamosak, és ez a körülmény határozza meg, hogy a szárítás gyorsítása meddig fokozható. A száradás zavartalanul csak akkor megy végbe, ha az időegységben a száradó test belsejéből a felületére vezetett g_1 vízmennyiség egyenlő a felületről a környezetbe diffundált g gőz mennyiségével, vagyis a kapilláris áramlás intenzitása egyenlő a szárítás intenzitásával.

$$g_1 = g$$

$$k_{170} \frac{dj}{dx} = \frac{\beta}{R_0 T} (p_{g1} - p_{g0}) \text{ kg/m}^2\text{ó,}$$

ahol p_{g1} a párolgó felület vízgőztenziója,

p_{g0} a szárító közeg vízgőztenziója,

R_0 a vízgőz gázállandója mkg/kg abs°-ban,

T a száradó test hőmérséklete abs°-ban,

β a párolgási vagy vízgőzátadási tényező m/ó-ban,

$\frac{dj}{dx}$ a nedvességgradiens, vagyis a hosszegységre eső nedvességváltozás %-ban,

k_1 a nedvességvezetési tényező kg/mó%-ban, vagyis az a nedvességmennyiség, mely a felületegységen óránként áthalad, ha a nedvességcsökkenés m-enként 1%,

γ_0 az agyag térfogatsúlya száraz állapotban.

Ha a kapilláris hálózatban a felület felé vándorló víz nem tudja pótolni a felületen elpárolgó víz mennyiségét, a repedés és deformálódás veszélye feltétlenül fellép. Ekkor a száradó testben kívülről befelé túlnaggyá válik a nedvességcsökkenés. A szomszédos rétegekben akkora nedvességkülönbségek és ennél fogva olyan nagy zsugorodásbeli különbségek lesznek, hogy az anyag szilárdságát meghaladó feszültségkülönbségek lépnek fel. A rétegek egymáshoz viszonyított hosszváltozása húzó- és nyírófeszültséget vált ki. Hogy ilyen veszélyes feszültségek ne léphessenek fel, nem szabad a nedvességcsökkenésnek, vagy nedvességgradiensnek bizonyos értéket meghaladnia.

A megengedhető nedvességgradienst a nedvességtartalomnak a száradó testben észlelhető megoszlása alapján határozhatjuk meg. A repedés megjelenésének időpontjában a próbatestet a szárítótérből kivesszük és egyenlő vastagságú különböző szeletekre vágjuk szét. Minden egyes szeletben megállapítjuk a nedvességtartalmat és ennek alapján megszerkesztjük a nedvesség megoszlását jellemző görbét, ami esetünkben parabola jellegű. A parabolának a felületi nedvességhez tartozó

pontjához szerkesztett irántangens adja meg a nedvességgradienst.

$$\frac{df}{dx} = \frac{4(f_b - f_k)}{d}$$

ahol f_b és f_k a próbatest belső magjának és külső határfelületének nedvességtartalma d a próbatest vastagsága.

A kapilláris áramlás intenzitása és a szárítási intenzitás egyensúlyi egyenletéből következik, hogy a nedvességgradiens értéke:

$$\frac{df}{dx} = \frac{g}{k_r \gamma_0}$$

Eszerint a nedvességgradienst egy megadott térfogatsúlyú anyagra a szárítási intenzitásnak a nedvességvezetési tényezőhöz való viszonya jellemzi. A megengedhető maximális nedvességgradiensnek tehát egy meghatározott $\frac{g}{k_r \gamma_0}$ viszonzszám felel meg.

Kísérletekkel megállapították, hogy a megengedhető nedvességgradiens nagymértékben függ a száradó test felületének nedvességtartalmától és hogy a felületi nedvesség csökkenésével fokozatosan nő. Ezért a szárítás előrehaladásával egyre nagyobb lehet a nedvességgradiens értéke.

Hogy a repedésmentes szárítás érdekében a szárítási folyamatot irányítani tudjuk, ismernünk kell a szárító levegő jellemzőinek, a levegő áramlási sebességének, relatív nedvességének és hőmérsékletének befolyását a $\frac{g}{k_r \gamma_0}$ viszonzszám alakulására. Az erre vonatkozó megállapításokat A. V. Likov a következőkben foglalja össze.

Ha a levegő áramlási sebességét növeljük állandó relatív nedvesség és hőmérséklet mellett, a szárítás intenzitása nő, a nedvességvezetési tényező nem változik meg, mert a száradó test felszínének hőmérséklete ugyanaz marad. Ez esetben a $\frac{g}{k_r \gamma_0}$ viszonzszám nő.

A relatív nedvesség növelésével állandó hőmérséklet és áramlási sebesség mellett a szárítás intenzitása csökken, mert kisebbé válik a párolgást előidéző vízgőzintenzitkülönbség. Ugyanekkor az anyag hőmérsékletétől függő nedvességvezetési tényező nő, mert a relatív nedvesség növekedésével a felület hőmérsékletét jelző nedves hőmérő hőmérséklete emelkedik. A $\frac{g}{k_r \gamma_0}$ viszonzszám értéke mindkét okból csökken.

A hőmérséklet emelésével állandó relatív nedvesség és áramlási sebesség mellett a szárítás intenzitása és a nedvességvezetési tényező is nő. De míg a szárítási intenzitás a hőmérséklettel lineárisan, a nedvességvezetési tényező hatványozott mértékben változik. A gradienst jellemző $\frac{g}{k_r \gamma_0}$ viszonzszám a hőmérséklet emelésével eleinte nő, majd elér egy bizonyos maximumot, azután csökken. Ezért alacsony és magas hőmérsékleten egyaránt elérhetünk kis nedvességgradiens értékeket. Lényeges azonban, hogy a magas hő-

mérsékletre történő felmelegítés közben a szárítás intenzitását ne növeljük erősen.

E megfontolások alapján, ha meleg levegővel történő szárításkor a repedések elkerülése végett a nedvességgradienst alacsony értékben akarjuk tartani, a szárítási folyamatot úgy kell vezetni, hogy a levegő áramlási sebessége kicsi, relatív nedvessége nagy legyen; a szárítási hőmérsékletet kicsinek vagy nagyon választhatjuk, a közepes hőmérsékletet kerülni kell, mert száradási repedések keletkezésére ez a legveszélyesebb.

A repedésmentes szárítás feltételeinek megállapítására M. Keller és A. Szmoljakova vizsgálati módszert dolgozott ki. A $\frac{df}{dx} = \frac{g}{k_r \gamma_0}$ viszonzszámból kiindulva számítás útján meghatározták, hogy valamely agyag milyen optimális hőmérséklet és relatív nedvesség mellett szárítható, ha a megengedhető nedvességgradiens maximális értékét ismerjük. A számítás alapjául a szárító levegő megadott hőmérséklete és relatív nedvessége mellett kísérletileg megállapított nedvességgradiens, szárítási intenzitás és nedvességvezetési tényező értékei szolgálnak.

Laboratóriumi kísérleteink szerint a kerámiai testek szárítása repedések és torzulások nélkül annál könnyebben megy végbe, a maximálisan megengedhető nedvességgradiens általában annál nagyobb, minél nagyobb a kiszárított test pórus-térfogata, minél kisebb a megmunkáláshoz felhasznált víz mennyisége és minél kisebb a szárítási zsugorodása. Alábbi táblázat a rákosi, kiscelli és mályi agyagból formázott kerámiai testek pórustérfogatát, megmunkálási víz mennyiségét és száradási zsugorodását és a maximálisan megengedhető nedvességgradiens értékét tünteti fel 70°-on 17% relatív nedvesség mellett.

	Pórus-térfogat	Megmunkálási víz	Száradási zsugorodás	Megengedhető nedvességgradiens értéke
Rákosi agyag ...	36%	20%	2,5—3,0%	> 15%
Kiscelli kékagyag	28%	23%	5,0—5,5%	> 10%
Mályi agyag	20%	27%	6,7—8,0%	5—7%

Fenti értékekkel összhangban a rákosi agyag száradásnál érzéketlen, a kiscelli agyag kevésbé érzékeny, a mályi agyag viszont erősen érzékeny, repedésre és torzulásra hajlamos.

A gyors szárítás gyakorlati megvalósításához azonban nem elegendő a megengedhető nedvességgradienshez tartozó optimális szárítási levegőhőmérséklet és relatív nedvességtartalom betartása, gondoskodni kell arról, hogy a szárító közeg áramlása a szárítótér teljes keresztmetszetében egyenletes legyen, mert egyenletes száradás csak így biztosítható.

Fentiek alapján a szárításra vonatkozó kutatási munkánk elsősorban arra vonatkozik, hogy jellegzetes agyagaink gyors szárításának optimális feltételeit megállapítsuk.

KIRÁLY JENŐ HOZZÁSZÓLÁSA

A közelmúltban alkalmam nyílt a szovjet téglá és cserépipar tanulmányozására. E tanulmányúton szerzett — az előadással kapcsolatos — tapasztalatokról fogok beszámolni.

Néhány szóval elmondom, hogy a Szovjetunióban hol foglalkoznak tudományos színvonalon téglaiipari kutatással. A téglaiiparnak két kutató intézet áll rendelkezésre, ezek kizárólag téglá- és cserépipari problémákkal foglalkoznak. Az egyik megfelel a mi kutatóintézetünk durva-kerámiai osztályának, csak létszáma lényesen több. A másik kutató intézet megfelel a nálunk tervezett kísérleti üzemnek, 500 dolgozót foglalkoztat és kizárólag a tudományos kutatás által kidolgozott témáknak az üzemi megvalósítása a feladata. Ezen intézet elsősorban a mészhomoktégla kutatási kérdésekkel foglalkozik. A szárítással foglalkozó tudományos munkákat egy szárító laboratóriumban végzik. Itt minden agyagra vonatkozólag meghatározzák az optimális és racionális szárítási viszonyokat. Új gyárak létesítéséhez addig nem is kezdenek hozzá, még a tervezéshez sem amíg az összes technológiai kísérleteket el nem végezték. Minden agyagra megállapítják és előírja a kutató intézet a legkedvezőbb szárítási feltételeket, melyek az üzemre nézve kötelező technológiai utasítássá válnak. Azonkívül közli azt a technológiát, amellyel a szárítás a legkedvezőbben végrehajtható. Minden technológiai előírást készen ad a kutató a tervező intézet részére.

A másik téma amivel jelenleg foglalkoznak a csatornaszárítók üzemi viszonyainak vizsgálata. A csatorna-szárító ügylátszik a műszárítóknak a fő típusa lesz a Szovjetunióban. Már sok üzemi tapasztalattal rendelkeznek, pillanatnyilag azonban még vannak megoldandó problémáik, így elsősorban a méretekre vonatkozó kérdések még tisztázatlanok. A szárítási viszonyok tanulmányozása céljából a kísérleti laboratóriumban egy 1 m hosszú kísérleti csatornaszárítót építettek, mely fel van szerelve műszerekkel és ezenkívül olyan szerkezettel, mely lehetővé teszi a szállító kocsik bármely időben történő felemelését és így a szárítás alatt lévő áru súlya mérhető. Ennek alapján állapítható meg a szárítás előrehaladásának a mértéke.

Foglalkoznak ezenkívül nem légszárításos szárítási módszerekkel is, infravörös szárítás és nagyfrekvenciás szárításokkal. Ezek a módszerek azonban a téglaiiparban kizárólagosan nem fognak elterjedni. E kísérletek esetleges kombinált alkalmazásra vonatkoznak. A kutató intézet foglalkozik a szárításnak gazdasági problémájával is, ez fontos témaköre a kutatóknak, mert a tervező intézet számára gazdasági számítást végez, figyelembevéve az üzem éghajlati viszonyait és egyéb tényezőket is, hogy milyen szárítás alkalmazása gazdaságos. Ezen az úton lényeges munkaerőmegtakarítás lehet elérni.

Röviden ismertetem a szárítás különböző módszereivel kapcsolatos eredményeket. A szabadszárítás jelentősége részben az éghajlati viszonyok miatt és részben munkaerő probléma követ-

kezében lényegesen kisebb mint nálunk. Az éghajlatra való tekintettel a szabadszárítós üzemek csak május végétől szeptemberig működhetnek. A Szovjetunióban az éghajlati viszonyokon kívül a munkaerőkérdés miatt nemcsak ezeken a helyeken, hanem déli területeken is mindinkább műszárítós üzemek létesítésére térnek át.

Ez a Szovjetunióban nem jelent olyan lényeges költségtöbbletet mint hazánkban. A szükséges hőenergia kisebb problémát jelent, mint a szabad szárítós üzemekben a munkaerő biztosítása. A nagyobb személyzettel dolgozó szabadszárítós üzemek igen nagymértékben rekompenzálják a műszárítással kapcsolatos hőenergiára fordított többletköltséget. A szabadszárítást elsősorban kis üzemeknél 15 millió egységig alkalmazzák és a gyártási módszerek lényegében azonosak a nálunk alkalmazott eljárásokkal. Általában szokásos a Keller-rendszerű polcos szárítás alkalmazása és kisebb üzemeknél a himbatransportőrös állványos szárítás.

A szárítás legfontosabb módja a műszárítás. A mi szárítási módszereinktől lényegesen eltérő módszereket alkalmaznak. A szárítás időtartama maximálisan 48 óra. Ez a szárítási módszer mindössze másfél-kétéves multra tekinthet vissza. Most találták meg azokat az eljárásokat, amelyek segítségével a mi szárítási időnknek egyharmada alatt szárítják ki az árut. Ez azt jelenti, hogy egy prés, amely egy műszakban 32 ezer db. téglát gyárt három műszakra térhet át a szárítókapacitás emelése nélkül.

Melyek azok a módszerek, amelyek lehetővé tették a szárítási idő ily mérvű csökkentését: az első és legfontosabb a gőzfeltárás. A gőzfeltárási eljárást minden üzemben kivétel nélkül alkalmazzák. Mi próbálkoztunk ezzel a módszerrel, de sikertelenül, nálunk a gőz legnagyobb része elveszett. A Szovjetunióban a gőzfeltárást úgy alkalmazzák, hogy a keverőteknőt átalakítják, alulról vezetik be a gőzt. A műszárítóba berakott téglá hőmérséklete kb. 40—50°, sőt egyes helyeken 60°-ot is eléri.

A másik mód amivel a szárítási időt lecsökkentették a soványításnak nagyfokú alkalmazása. A soványítást üreges tégláknál is alkalmazzák. Soványító anyagul elsősorban fűreszport használnak. Evvel lehetővé válik a téglá gyorségetése, mert a Duvanov és a Mazov módszerek alkalmazása is azon alapszik, hogy a tüzelőanyagot belekeverik a masszába. A tüzelőanyagot közönséges égetési módszerekkel történő égetésénél cca 60—70%-át, alagútkemencénél pedig 90%-át keverik bele a masszába. A soványítás következtében a szárítási idő csökken, másrészt pedig a téglá porzussá válik. Ezzel szemben amennyiben a téglá szilárdsága eléri a szabványban előírt értéket, a magasépítés a felületi repedések ellen semmi kifogást nem emel.

A harmadik módszer a szárítási idő csökkentésére a recirkulációs elv alkalmazása, részben a kamrán belül és részben pedig a műszárítóblokkban a kamrák között. A meleg levegőnek a beáramlása a szárító alján történik két oldalt. A levegőnek az elszívása szintén a kamra alján

A forgókemencék teljesítménye a kemencébe bevitt, ott felszabadított és az anyagnak átadott hőenergia mennyiségétől függ.

A hőenergia gazdaságos felhasználása csak akkor történik meg, ha a hőenergiát megfelelő módon szolgálatba állítjuk. A hazai forgókemencékben a hőenergiát csak 20—25%-ban hasznosítjuk.

Tisztában kell lennünk azzal, hogy forgókemencéinknél a kemencék méretei elég szűkre szabják lehetőségeinket, azonban helyesen alkalmazva elméleti és gyakorlati ismereteinket, sokat érhetünk el.

Helyes, ha a problémákat a szénnel kezdjük. Minden szénfajtára kikísérletezendő az optimális szárítási fok, majd az őrlési finomság, természetesen legmesszebbmenően szem előtt tartva a biztonsági szempontokat.

Száraz szén könnyebben őrlhető, könnyebben gyullad, kevesebb nedvességet visz be a kemencébe s így magasabb égéshőmérsékletet ad. Pl. 4200 kal/kg fűtőértékű 15% nedvességű, 20% hamutartalmú szénnél 1,2 légfölslegtényező mellett az elméleti égéshőmérséklet kb. 1650 C°. 5% nedvességtartalom mellett 1700 C° láng hőmérséklet érhető el. Vegyük figyelembe ehhez azt, hogy forgókemencében a hőnek 50—70%-a sugárzás útján adódik át, valamint a Stephan Boltzmann-féle törvényt, melynek értelmében az abszolút hőmérséklet negyedik hatványa szerint változik a sugárzással átadható hőmennyiség, egész egyszerűen kiszámíthatjuk, mennyivel több hő adható át szárazabb szén esetén a forgókemence 1 m² fűtőfelületén ugyanannyi idő alatt.

Valamennyi kemencénél ki kell kísérletezni az égés, a kemencében való lángkialakulás és a hőátadási viszonyok, elsősorban a sugárzás alakulását. A Hőtechnikai Kutató Intézet ezen a téren igen szép munkát végzett. Majdnem valamennyi kemencénk hőmérlegének felvételével elindította és megalapozta azt a kutató munkát, melynek további feladata forgókemencéink teljes megismerése, a bennük lejátszódó folyamatok tisztázása lesz.

Addig természetesen igen sok tennivaló vár a kutatókra. Legfontosabb a mérések módszerének kialakítása — különös tekintettel az 1500°-ot jóval meghaladó hőmérséklet mérésére, amely a forgókemence viszonyai között nem egyszerű feladat.

Az égés hőmérsékletének, nagyobb sugárzási hőátadásnak, tehát a kemence teljesítménye növelésének igen fontos eszköze a levegő előmelegítése. Klinkerüzemeinkben a levegő jelentékeny részét mindenütt előmelegítjük. A klinkerhőben még mindig elveszett melegenenergia visszanyerése bőven kárpótol bennünket a fáradságért. Emellett sokszor igen egyszerű módon is érhetőek el eredmények pl. a tömítetlenségek megszüntetésével.

Beszélni kell még a kemence egyes zónáiról. A Hőtechnikai Kutató Intézet mérései részletesen foglalkoznak az egyes zónákban lejátszódó, elsősorban hőátadási folyamattal, ennek ellenére mégsem alakult ki a zónák elhatárolása terén egységes állásfoglalás. Kétségtelen, hogy a forgókemencé-

ben lejátszódó folyamatokat pontosan követhetjük eszményi nyersanyagok és viszonyok esetén. Ha azonban figyelembe vesszük, hogy a forgókemencékben jelentékeny gázsebesség uralkodik, akkor meg kell állapítani, hogy az előadásban említett pontos elhatárolás nem tekinthető teljesnek. A Hőtechnikai Kutató Intézet adjon tágabb teret a forgókemencék áramlási, gázsebességi viszonyai tanulmányozására, mert itt még sok a felderítésre váró fehér folt.

A forgókemence kritikus zónáinak kérdése összefüggésben áll a térfogat kérdésével. Ez több okból rendkívül fontos számunkra. A jó égetés, a helyes tűzvezetés, klinkerminőség mind megkívánják a forgókemence egyes zónáinak összehangoltságát. Ezen túlmenően a forgókemencék teljesítményének fokozása — az elégtelen, vagy még növelhető teljesítményű kemencézónák kibővítése által — megkívánja a kemencék egyes zónái igen alapos tanulmányozását. Végül a tervezés alatt álló új magyar forgókemence helyes méreteinek kialakításához is elengedhetetlenül fontos.

Ennek ellenére még több tisztázatlan elvi kérdés van. Teljesen világos pl. hogy nagymennyiségű tüzelőanyag elégetéséhez megfelelő térfogatra van szükség. A használható minimális és maximális átmérők, illetve az ezek által determinált kemenceszelvények még nem tisztázódtak. Szélsőséges esetben határértékként úgy is meg lehetne fogalmazni a kérdést, majdnem mindegy, hogy kis, vagy nagyátmérőjű kemencéről van-e szó, ha a megfelelő levegőt az égéshez, a tűztér minden helyén rendelkezésre tudjuk bocsátani.

Ilyen esetben természetesen a legkülönbözőbb kérdések merülnek fel. Égési sebesség, a szemcsék nagyságának és az időnek függvényében. A hőátadási tényezők alakulása. Gázsebesség, áramlási viszonyok, égéstermékek hatása — mindmind ilyen kérdés, melyekre még nem tudunk választ adni.

További feladatok közé tartozik a különböző tüzelőanyagok alkalmazásának kérdése. Ennek különös jelentőséget ad az, hogy szénellátottságunk miatt talán az egész világon egyedülállóan igen alacsony fűtőértékű szénnel vagyunk kénytelenek dolgozni.

A klinkerminőséget tartanunk kell. Felmerül tehát az a kérdés, hogyan lehetne alkalmasabbá tenni a gyengeminőségű hazai szeneket klinkerégetésre. A pakurával való karburálás, illetve ki-segítés igen komoly formában kerül előtérbe, igen szép témájául a tüzelési és hőtechnikai szakembereknek.

A generátorgázzal való klingerégetés kérdését csak éppen megemlítem és ha sor kerül rá, a pakurával való karburálás itt is hozhat eredményt.

Ugyanilyen terület az égési levegőnek oxigénben való dúsítása is, elsősorban aknakemencéknél.

A kazántüzelésekkel való analógia alapján felmerül a kemencék tűzterhelésének a kérdése. Fokozható-e és hogyan? Az égők konstrukcióját, nyomás illetve, huzatviszonyokat az égő (v. égők) elhelyezését lehetne itt fölvetni.

A kemence töltési foka, az ezzel összefüggő fordulatszámváltoztatás is kutatási feladat.

Meg kell említeni a tűzállóanyagok kérdését:

A forgókemencék tűzálló anyagainál még sok meglepetés van. Sok a tisztázatlan probléma minőség terén, a tűzállóanyagok előállítására terén és a helyes falazási módszer terén. Igen sok hiba, leállás állt elő üzeinkben azért, mert e téren még mindig nem mértük fel pontosan a helyzetet. Egészen új kérdéseket vehet fel itt a forgókemencék vízhűtése. A hűtés rendszerének és tűzállóanyagipari vonatkozásainak kidolgozása fontos feladat.

Van még egy gyakorlati kérdés, melynek tisztázása nagy segítségére lehet a cementipari dolgozóknak, bár ez nem kifejezetten kutatási téma. Ez a kapacitások definiálása.

A különböző tényezők (műszaki, gazdasági, minőségi stb.) függvényében kell a kapacitás kérdését megvizsgálnunk. Előfeltétele ezen munkának termelő-berendezéseink tökéletes megismerése. Ehhez pedig igen sok munkát kell elvégezni. Ez már kutatási feladat, s a kutató e területen a legkülönbözőbb kérdésekkel találja magát szemben. Pl. iszapvíztartalom, porkérdés, huzatviszonyok stb. Ezekben alaposan el kell mélyedni. Megpróbálják a forgókemencék optimális adottságainak alapján a kemencék gazdaságos kapacitását kiszámítani. Ez sok kérdést vet fel, többek között a por kérdését, a víztartalom kérdését. Ez utóbbiról sokat beszélünk, de még most sincs lerögzítve az az optimális víztartalom, amellyel az egyes kemencéknél dolgozni lehet.

Az automatizálás kérdése is felmerülhet a cementiparban. Az automatizálás sohasem fogja feleslegessé tenni az égetők munkáját, de fokozottabb mértékben fogja megkövetelni a szak tudásuk fokozását.

A lehetőségekre csak egy példa: A forgókemencében a látható fény területe csak igen kis részét öleli fel a hőátadás zömét kitevő sugárzási tartománynak. Meg lehetne kísérni az össz-sugárzás alapján irányítani az égetést.

Befejezésül az aknakemence kérdését vetem fel. A magyar cementiparban most indultak meg azok a kemencék, amelyekről sokat várunk. A kép csak akkor lesz teljes, ha kutatásainkat a továbbiakban az aknakemencékre is kiterjesztjük.

Nem volna helyes továbbfolytatni és felsorolni azokat a feladatokat, amelyek még előadódhatnak. Egyet azonban a kutatók konferenciáján ki kell hangsúlyozni: A kérdések tudományos megismerése mindnyájunk főfeladata. Ha elmélyedtünk ezekben, megismerhetjük üzeinket és csak így szolgálhatjuk üzeink *technológiai* színvonalának fokozását és gyártási kultúránk növelését.

KULCSÁR GYULA HOZZÁSZÓLÁSA

A cementipar termelésének kérdését eddig a szükség irányította. Épülő országunk egyre több cementet követel. A cementipar régi korszerűtlen üzeime a szükségletet nehezen tudták kielégíteni. Meg-

állapítható, hogy minden vállalat kivette részét az erőfeszítésekből annak érdekében, hogy a megnövekedett igényeket zavartalanul kielégítsék. Ezeknél az erőfeszítéseknél az üzem fizikai és műszaki dolgozói nagy részt sajátmaguk kezdeményezésére voltak utalva és csak igen szerény támogatást kaptak. Ezen igyekezet során minden gyár jelentős teljesítménynövekedést ért el.

Elmondhatjuk, hogy teljesítmény növelés terén felülmúltuk az általunk ismert külföldi országokat.

Ha azonban az új kormányprogram szellemében vizsgáljuk ezt a kérdést, meg kell állapítanunk, hogy csak a termelés növekedésére voltunk figyelemmel és keveset törődünk a gazdaságossággal és az önköltséggel. Az elkövetkezendő időkben a mennyiség fokozása mellett az önköltség, a gazdaságosság kérdése is egyenrangú tényező lesz. A kutatást erre a térre is ki kell terjeszteni, mert nem lehet közömbös előttünk, milyen áron állítjuk elő termékeinket.

Három dolgról szeretnék röviden beszélni:

A forgókemence 25—30 évig életképes. Ezen túl elfárad, sok a gépi hiba, cserére, vagy átépítésre szorul. Több üzem van ilyen helyzetben.

Ezen a téren igen értékesek a Szovjetunió tapasztalatai. Ha kicseréljük a fáradt kemencerészeket, akkor aránylag kevés költséggel szolgáljuk a többtermelés érdekét. A Szovjetunióbeli tapasztalatokat magyar viszonyokra átültetve aránylag kevés költséggel 10—15%-kal növelhető a termelés.

A másik kérdés a nyersanyag hőigényességének, vagy ami ezzel szorosan összefügg, víztartalmának kérdése. A Szovjetunióban komoly eredményeket értek el az iszap víztartalmának csökkentésével. A kérdés vizsgálata nálunk is fontos volna, mert jelentékeny szénenergia megtakarításhoz vezet.

Harmadiknak a plasztifikátorok kérdését említhetjük meg. Olyan ásványi anyagokat volna célszerű bevinni a nyersanyagokba, amelyek előnyösen segítik elő az egyenletes granaliaképződést, ami a jó klingerégetés előfeltétele.

MAYER KÁROLY HOZZÁSZÓLÁSA

A tatabányai cementgyárban 1950. óta lefolyt többégetési kísérletek tapasztalatait a gyakorlati klingerégető szemszögéből nézve a következőkben kívánom ismertetni:

A fajlagos teljesítmény fokozására két módszert alkalmaztunk. Az első a nverszap víztartalmának csökkentése volt. 36—37%-ról, 32—33%-ra. Eredménye 9% termelésnövekedés.

A másik módszer, amit az elsővel egybekapcsolva alkalmaztunk, a kemencébe beadagolt iszapmennyiség növelése, ami újabb 15%-os termelésnövekedéssel járt.

Ahhoz, hogy a kemencében ezt a lényegesen nagyobb mennyiségű nyersanyagot jó klinkerré tudjuk kiegészíteni, szükségessé vált a zsugorító zóna megnyújtása. Ez magával hozta a kalcináló, előmelegítő, szárító zónáknak a beömlési oldal

felé való eltolódását és ezzel együtt a füstgáz hőfokának 270—320°-ról, 350—400°-ra való emelkedését.

A kemencezónák eltolódása és a füstgáz hőmérséklet ugrásszerű emelkedése hátrányos volt a kemenceüzemre. A zónák eltolódása a bélésfalazatnak gyors, helyenként 3—4 hét alatti elhasználódását eredményezte. Ezen úgy segítünk, hogy az említett részen az eddig használt samott falazat helyett magnezitbélést alkalmaztunk, ami tapasztalat szerint félénél is tovább tart. Közvetlen koptató hatásnak a magnezitbélés nincs kitéve, mert 2—5 cm-es védőréteg rakódik rá. Gyűrűképződést nem észleltünk. A zónák eltolódása folytán a szárító zóna azonban igen szűk térére szorult össze, ami a granália képződést nagymértékben megnehezítette.

Az aránylag magas hőfokon távozó füstgázok elősegítik a nem kívánatos és az égetést nagymértékben megnehezítő porképződést. A keletkezett por tetemes részét, a hőemelkedés folytán erősen megnövekedett légáram viszi magával. A termelés fokozásával ugrásszerűen emelkedett a porvesztéség.

A füstgázok hőmérsékletének emelkedése tekintélyes hővesztéssel jár, ami a fajlagos hőfelhasználás rovására megy. A klinkerégetési folyamat feszítettsége egyébként is hőigényesebb, mivel az égés tapasztalataink szerint túlnyomórészt redukáló atmoszférában zajlik le. Ez újabb fűtőanyagfelhasználást kíván, ami a füstgáz hőmérséklet emelkedéséből származó hőtöbblettel együtt 12%-kal növelte fajlagos hőfelhasználásunkat.

A nagy terheléssel üzemeltetett forgókemence kezelése nagy figyelmet és szaktudást követel meg, mert a hőegyensúly egész kismérvű megbomlása már súlyos következményekkel jár. Ily esetben az égető a tüzelés fokozásával már nem tudja helyreállítani a hőegyensúlyt. Kénytelen durva eszközökhöz, a kemence lassú járatásához folyamodni, ami a hőegyensúly teljes felbomlásával jár és órák telnek bele, míg a hiba helyrehozható és az egyensúly ismét helyreáll.

A hőegyensúly megtartásában és a tűzvezetés egyenletességében nagy segítséget nyújtana egy, a kalcináló zónába beépített thermó elem, mely kicsi, szabadszemmel alig érzékelhető változást is azonnal tudomására hozna a kemence kezelőjének.

A tapasztalat azt mutatja, hogy meglévő kemencéink nem felelnek meg a többégetés kívánalmainak, egyrészt a zsugorító zóna megnyújtása folytán nincs idő az anyag előzetes megmunkálására, másrészt legtöbb kemencénk tűztere szűk ahhoz, hogy abban a többégetéshez szükséges, lényegesen nagyobb hőmennyiséget fel tudjuk szabadítani. Elengedhetetlen feltétel az előkészítő zóna kibővítése és ahol szükséges, ott a zsugorító zónát is bővíteni kell.

Egyet értek Péntek főmérnök megállapításaival, melyekkel megjelöli az utat a többégetési kísérletek további folytatásához. A többégetési kísérletek nagyüzemi megvalósítása azonban nemcsak a kemencékre terjedjen ki, hanem a nyers és fűtőanyag előkészítő, valamint egyéb kisegítő, illetve kiszolgáló berendezések teljesítőképességét is mérjük fel, mert a többégetés csak egyenletes üzemeltetés mellett valósítható meg.

Nagy súlyt kell helyezni a kemencéket kezelő személyzet elméleti és gyakorlati színvonalának emelésére, mert ezzel a szubjektív gátló okok nagy többségét szüntetjük meg.

BEKE BÉLA HOZZÁSZÓLÁSA

Az iszap víztartalom csökkentésével elért többszorosított esetben a kemence gazdaságossága romlik. Ez számítással ellenőrizhető és nem tekinthető kutatási témának.

SZABÓ LÁSZLÓ HOZZÁSZÓLÁSA

Péntek főmérnök által felvetett problémák vizsgálata igen fontos és a termelés kérdései mellett meg kell találni a lehetőséget a mérések és a vizsgálatok elvégzésére.

A felvetett vizsgálatokat modelleken kellene elvégezni. A modellkísérletek eredményei ma már kiértékelhetők és nagyüzemre alkalmazhatók. Az automatizálásra még gondolni sem lehet.

A kalcináló zónába műszereket elhelyezni elképzelhetetlen. Az újonnan építendő kemencék-nél azonban kell gondoskodni mérési helyekről, itt lehet méréseket eszközölni.

A tűzálló bélés anyagkérdése súlyos. Az itt folytatott kutatás lényeges fejlődést eredményezhet. A falazási alapelvek azonban le vannak rögzítve. Itt nem szükséges kutatni.

Egyed Zoltán: „Néhány érdekes eredmény a szovjet építőanyagipari tudományos kutatás anyagából“ c. előadásához

KORDIK LÁSZLÓ HOZZÁSZÓLÁSA

Nem vagyok kutató, ezért gazdasági szempontból szeretném megtenni észrevételeimet.

Az új kormányprogram csökkentette az ipari beruházásokat és ezzel a kutatóintézetek beruházási keretét is. Az Építésügyi Minisztérium a következő évben rendelkezik ugyan beruházási kerettel, de építési keretet a kutatás területén nem kap. Nézetem szerint kutatókonferenciáinknak kezdeményezést kellene tennie a Pártnál és a Kormánynál annak érdekében, hogy kutatómunkánk zavartalan menetének biztosítására intézeteink építési keretet is kapjanak.

Egyesek úgy tudják, hogy az Építéstudományi Intézet csak az anyagok felhasználásával, míg az Építőanyagipari Központi Kutatóintézet kizárólag az anyagok kutatásával foglalkoznak. Mindkét Intézetben mindkét irányban folynak kutatások. Tudományos egyesületeink lehetővé teszik, hogy az előregyártás szakemberei időnként munkabizottsági összejöveteleken találkozzanak. A gyártó és felhasználó időnkénti találkozását ugyancsak rendkívül fontosnak tartom. Hasznosnak látnám tudományos egyesületeink — a MTE és az ÉTE — egyesítését. Ez feltétlenül megkönnyítené hivatali munkánkat is. A kutatás problémáival a legritkább esetben foglalkozik egy kutató komplex módon, a komplex együttműködés sok nehézséget küszöbölne ki. Nem fordulna elő az, hogy az Építéstudományi Intézet, vagy az Építőanyagipari Központi Kutatóintézet a kutatás egyes részleteivel foglalkoznának.

Új kormányprogrammunk a falusi lakásépítkezés felfejlesztését is feladatául tűzte ki. Szükségesnek látnám, ha egy teljes ház terve megoldásra kerülne.

Az Építőanyagipari Központi Kutatóintézet betontechnológiai osztályának programja elég korlátozott. Javaslom, hogy az osztály szorosan működjék együtt a 2. sz. Épütelelemgyárral és az EM Betonelemgyártó Igazgatóságával. A jövő évre nagyobb költségkeret áll rendelkezésre. Az általam javasolt szoros együttműködés nyomán nagy eredmény járna.

A kohászat kérdése szintén súlyos problémát jelent. Ma sokban gátolják munkánkat. Kapcsolatot kell keresni a kohászat szakembereivel, ezt látom az egyetlen járható útnak a nehézségek — nyersanyag, gyártási probléma stb. — kiküszöbölése érdekében.

Gőzölés tekintetében egyetértek az előadóval. Felhívom a figyelmet, hogy a gyakorlatban a gőzölés 800 Ft/m³. Ez tarthatatlan állapot. Ha ponyva nélkül gőzölnénk, a költség a felére csökkenne.

Munkaigényes folyamat a vasbetonelemek gyártásánál a kötözés. Ez a munkafázis kiküszöbölhető, ill. helyettesíthető hegesztéssel. A he-

geszthető acélmennyiség biztosítható, az elemgyárak feladata foglalkozni a kérdés megoldásával. Kutatóink és a kohászat sikeres együttműködése megoldaná ezt a súlyos problémát.

Összefoglalva az elmondottakat, helyesnek látnám tudományos egyesületeink egyesítését, valamint annak pontos megállapítását, hogy melyik kutatóintézetünk, milyen kutatási probléma megoldásán dolgozzék.

LÁSZLÓ GYÖRGY HOZZÁSZÓLÁSA

Egyed kartárs kitűnő előadásából megismertünk néhány olyan szovjet kutatási eredményt, mely ismét nagymértékben segíteni fog előregyártásunk továbbfejlesztésében.

Mint az iparág meghatározott területén dolgozó mérnök, természetszerűleg az ismertetett kutatási eredmények közül ki kell ragadnom a vasbeton-panelekéről mondottakat, mellyel kapcsolatosan meg kell állapítanom, hogy ennek az új szovjet tudományos eredménynek megismerése hatalmas lépést jelent a nagyüzemi épütelelemgyártás megteremtése terén.

Hajdukov gyártási eljárása 1—4 m széles vasbeton-panelek előállítására szolgál. A Szovjetunióban a több méter széles panelek gyártása is egy darabban történik, minthogy a szovjet építőipar kellő mértékben gépesített. A Szovjetunióban a panelek gyártását nagy méretekben végzik és kihasználva a rendelkezésre álló gépi berendezéseket, módjuk van egyetlen mozdulattal egész szoba-nagyságnyi területet a helyszínen beépíteni. Ahol óriási mennyiségben, teljesítményben és méretekben, rövid idő alatt kell a feladatokat teljesíteni, ott elképzelhetetlen a kivitelezés más módja, minthogy az előregyártott elemek mind nagyobb és nagyobb méretekben készüljenek.

Hazánkban a lakásépítkezés igazi nagyságában csak új kormányprogrammunk óta kezd kibontakozni, de a nagyüzemi építőipari technológia még nem érte el azt a fokot, mely az új kormányprogram megvalósítása érdekében szükséges.

A fejlődés iránya azonban nálunk is rohamosan a nagyüzemi építőipari kivitelezés felé mutat és így megindult a panelek gyártása. A napokban megjelent Építésügyi Értesítőben az EM rögzíti az eddig bevált paneltípusok felhasználásával kapcsolatos álláspontját.

Panelgyártásunk — helyesen — alkalmazkodik kivitelező vállalataink technikai szintjéhez és kezdeti lépésként először csak 0,60—1 m szélességben gyárt paneleket. Ennek következtében gyártástechnológiánk is egyszerűbb.

Panelgyártásunk három altípus köré csoportosítja prototípusait:

a) Vasbeton tálcá alakú panel (feszített és lágyvasbetetes),

b) Szimkar panel,

c) Vasbetongerendás panel, téglá vagy béléstesttel kombinálva.

A felsoroltak közül a Szimkar panelek gyártása már meglehetősen kialakult gyártástechnológiával folyik. A harántirányban feszített vasbeton tálcacsalakú panel típus már beépítésre került. A tálcacsalakú vasbeton panel és a béléstest, illetőleg téglabetétes vasbeton gerendapanel bevezetés alatt áll.

Miután a panelek előállítására nem régi keletű, gyártástechnológiai tapasztalatokról még korai volna beszélni. Eddigi gyér tapasztalataink pedig nem nyújtanak megfelelő támpontot a nagyméretű panelgyártás fejlesztésére, illetve a nagyüzemi termelés gyártástechnológiájára. Véleményem szerint, ha előregyártó iparunk mai fejlettsége mellett széles panel gyártására térnénk is át, a nagyüzemi gyártás könnyen megvalósítható.

Nézetem szerint a kutatásnak és a tudományos munkának, — fejlődésünk mai helyzetében, — főleg a panelek felhasználásának kikísérletezésére kellene fordítani a figyelmet, vagyis arra, hogy a hazai kivitelezési viszonyokra tekintettel, hogyan válnak be a panelek a felhasználásnál, ill. milyenek a tapasztalataink a beépítéskor, a szállításkor, az iparosmunkák végzésekor, és végül a kész építményeknél.

A fentieket figyelembevéve, véleményem szerint a panelkérdést előbb a felhasználás szempontjából kell megvizsgálunk, és csak a vizsgálat megfelelő kiértékelése után válik időszerűvé a panelgyártás nagyüzemi technológiájának kérdése.

Az Egyed kartárs előadásában ismertetett Hajdukov-féle gyártástechnológia megoldást fog nyerni gyártásfejlesztésünk kapcsán. Meg kell jegyezni, hogy amikor valamely prototípus kialakult gyártástechnológiáját kívánjuk elbírálni, szükséges, hogy a bírálható gyártástechnológiát az előadottnál nagyobb részletességgel ismerjük meg, mert tapasztalatom szerint a technológiák gazdaságosságát, műszaki megoldását és kivitelezhetőségét sokszor egészen aprónak látszó körülmények is döntően befolyásolják.

A panelkérdés után most legyen szabad néhány szót szólnom kifejezetten előfeszítő iparunk problémájáról a kutatás és a termelés kapcsolatára vonatkozóan.

Előfeszítő iparunk, népi demokráciánk szülötte, alig három éves. Ma már komoly eredményekről számolhatunk be, mind prototípusaink számát, mind termelésünket illetően. Kutatóintézeteink és tudományos intézeteink még sok probléma megoldása előtt állanak.

Az előfeszítéssel foglalkozó tudományos és kutatómunka a gyártóiparral nem működik szorosan együtt. Ez a körülmény szembetűnően jelentkezik a kutatási terv készítésénél, mely nem veszi figyelembe az ipari termelés szempontjait.

Az iparra konkrét — a gazdasági tervekben a termelési terv fejezetben rögzített — feladatok teljesítése hárulnak, a tervidőszakban, vagy időszakokban. Ezek a feladatok egyrészt meghatáro-

zott kapacitást, másrészt kikísérletezett új gyártmányokat, új technológiát igényelnek.

Az ipari termelés feladatai egyértelműen meghatározzák a kutatási feladatokat mind a megoldással támasztott igények, mind a megoldás tekintetében. Az iparnak és a tervező szektornak meg kell adnia a tudományos és a kutató intézetek számára a kutatási szerződésben az elvégzendő feladatokat a határidő és egyéb igények pontos megjelölésével. Meg kell jelölni a kutatással kapcsolatos költség megtérítésével járó feladatokat. A kutató intézetek csak kis mértékben foglalkozhatnak olyan kutatásokkal, amelyekre konkrét igény nem érkezett be.

Természetesen a tudományos munka és a kutatás ki kell, hogy segítse a méretezéssel foglalkozókat, azzal, hogy a szükséges kiindulási adatokat, koeficienseket a hazai anyagokra és viszonyokra megállapítsa, foglalkoznia kell a prototípusok szilárdsági viszonyainak megfigyelésével, a felhasználással kapcsolatos vizsgálataival, hiszen a fejlődés e kutatás nélkül nem képzelhető el.

Hiányolom, hogy hazai tudományos életünk csak kis figyelmet fordít a gyártásfejlesztéssel kapcsolatos vizsgálatokra. A problémák megoldását az üzemekre bízva, melyek azonban kevésbé vannak felkészülve a kutatáshoz szükséges felszereléssel, a kapacitással, valamint a káderek tekintetében. A gyártástechnológia kialakítására irányuló kutatás nincs tekintettel meglévő üzemek viszonyaira.

A technológiai kutatás külföldi és a hazai tapasztalata azt bizonyítja, hogy a kísérletek csak kis valamely termelő üzem területén, azzal szoros együttműködésben folytathatók. Minden decentralizációs, profilozási törekvés már eleve kudarcra ítéli a technológiai kutatást.

Amikor tudományos és kutató intézeteink előfeszítő gyáriparunkhoz való kapcsolatáról beszélünk, feltétlenül meg kell jelölnöm azokat a legfontosabb feladatokat, melyek megoldásában a tudományos és kutató intézeteknek a gyártó ipar segítségére kell lenniük.

A gyártástechnológia egyes kérdéseivel kapcsolatosan *Rathing Ferenc* az „Épitőanyag” szeptember—októberi számában közölt néhány olyan problémát, melynek megoldása ma már halaszthatatlan.

Ezek a problémák a következők voltak :

1. melyik a leggazdaságosabb technológia,
2. milyen betonszilárdság mellett oldható a feszített szerkezetek esetében a huzal,
3. milyen átmérőjű huzal a legkedvezőbb,
4. a huzalpázmáknak melyek a tapadási viszonyai,
5. huzaljainknak melyek a plasztikus tulajdonságai,
6. milyen hosszon történik huzaljaink erőátadása,
7. hogy változik az előfeszültség mértéke,
8. a hullámosított és sima huzalok rugalmassági viszonyai stb.

Mindezeken túlmenően szükséges, hogy a legnagyobb erőfeszítéssel kutassuk a vákuumvibrálás kérdését, melynek megoldása a gyors betonozást és ezzel kapcsolatosan érlelő padjaink forgásának sebességét fogja növelni. Ugyancsak fontos kutatási téma az utóvibrálás, melytől a magasabb betonszilárdságot várjuk. Ezenkívül fontos a feszültség idő függvényében történő változásának vizsgálata is, különösen hullámosított huzalok felhasználása esetében.

Gyártmányaink ú. n. kardosságának kérdését is napirendre kell tűznünk, mert a legnagyobb gondosság mellett is előfordulnak meglehetősen nagy százalékban, hogy gyártmányaink annak ellenére, hogy a zsaluzatból kiemelve egyenesek, 3—4 nap elteltével meggörbülnek, kardossá válnak. Óbudai üzemünkben október havában a távvezeték oszlopok egyharmada vált ily kardossá, annak ellenére, hogy szigorú MEO-ellenőrzés mellett történt a vezetékoszlopoknak a padokból való kivétele és megállapítást nyert, hogy ekkor még jóminőségűek voltak.

Komoly problémát jelent a fix hosszpalos technológia alkalmazásakor a zsaluzat megfelelő vibrálása. Az 50 m hosszú, egy darabból álló fémzsaluk már olyan tömeget képviselnek, hogy azokat sem hazai, sem külföldi vibrátorainkkal jól bedolgozni nem tudjuk, nem is beszélve arról, hogy rendelkezésre álló vibrátoraink erre a teljesítményre nem alkalmasak, illetőleg próbálkozásaink esetén, azok épsége veszélyeztetve volna. Meg kell keresnünk tehát azt a vibrálási módot és azokat a berendezéseket, melyek alkalmasak e feladatok elvégzésére.

Már egy éve elektromos fűtéssel érleljük egyik padunkat, melyen sorozatgyártás folyik. Tapasztalataink azt mutatják, hogy az elektromos fűtés minden tekintetben megfelelőbb, mint a gőzzel való érlelés, még gazdaságossági szempontból is. Ennek ellenére sem terjedt el ez az érlelési mód, mert a kutatás és a kísérletezés ezen a területen is abbamaradt és így nem rendelkezünk a szükséges adatokkal és tapasztalatokkal, melyeknek alapján a nagyobb méretű termelés gyártástechnológiáját meg lehetne tervezni.

Szükségesnek látszik a szemcseösszetéti kérdéseknek felülvizsgálata is, mert a sűrű huzalú vékony szerkezetekben az eddig alkalmazott szemcseösszetéti görbék nem adnak megfelelő szilárdságot. A közép nagyságú anyagok mennyiségét a nagyobb szemcsék mennyiségének rovására kell növelni és gondosan kell ügyelni arra, hogy a nagyszemcséjű meddő anyagból törés útján nyert anyag egész finom részei az adalékanyagból el legyenek távolítva. Amíg ugyanis a 0,5 mm-nél nagyobb szemcsenagyságok esetében a helyesen tört, illetve zúzott anyag növeli a szilárdságot, addig a 0,5 mm-nél kisebb szemcsék rontják a plasztifikáló hatást és az ilyen tört, finom homokot tartalmazó adalékanyag bedolgozásához sokkal több víz kell, ami a betonszilárdságot rontja.

Véleményem szerint — ezt a francia gyakorlat is bizonyítja — ideális betonszilárdságot

csak akkor érhetünk el, ha minden egyes prototípushoz kikísérletezzük a legmegfelelőbb szemcseösszetételű görbét. Ennek kidolgozása beható munkát és meglehetősen nagy kísérletezési kapacitást igényel, ami azonban bőségesen visszatérül abban, hogy előfeszített gyártmányaink betonjai egyrészt egyenletes, másrészt kellő mértékű szilárdságúak lesznek.

Most rá szeretnék térni arra a kutatási problémára, mellyel a legkevesebbet foglalkoztunk eddig, annak ellenére, hogy ez a kérdés nézetem szerint a legfontosabb az előfeszítő ipar továbbfejlesztése szempontjából.

Gyártmányaink ma még nem eléggé gazdaságosak.

Feszített szerkezeteink a gazdaságosság vizsgálata szempontjából két csoportra oszthatók. Az első csoportba tartoznak azok a szerkezeti elemek, melyek feszítéssel készülnek. Ezek lényegében a lágyvasbetétes előregyártott szerkezeti elemek gyártásának fejlesztésével, korszerű technológiával készült előregyártott elemek. Ilyenek a födémgerendák, épületelemek stb.

Ezzel szemben vannak olyan előfeszített szerkezeti elemek, melyek az eredetileg fából, vasból, vagy egyéb anyagból készült elemek helyébe léptek. Ilyenek a távvezetékoszlopok, postai oszlopok, nyomócsövek, tartályok, pallók stb.

Természetesen nem lehet általánosítani. Az első esetben az előfeszítés technológiájából statikailag adódó előny nem jelent egyszersmind gazdasági előnyt is. A második esetben viszont az a helyzet, hogy a jelenlegi előfeszített szerkezetek gazdaságossági szempontból nem versenyképesek a helyettesített szerkezetekkel.

Miután az előfeszített szerkezetek magasabb műszaki követelményeket tudnak kielégíteni, ezért mindannyian lelkesen igyekszünk az új prototípusok elfogadásakor az előfeszített szerkezetek előnyeit kidomborítani. Azonban ipari szempontból a helyzet az, hogy a felhasználók és a beruházók csak erőszak alkalmazása mellett hajlandók előfeszített szerkezeteinket alkalmazni, arra való hivatkozással, hogy azok felhasználása esetén egész pénzügyi tervük felborul és nem tudják beruházási tervüket teljesíteni.

Nem szabad beletörődnünk abba, hogy az előfeszített szerkezet „ugyan drágább, de jobb, tartósabb”. Törekednünk kell gazdaságossá tételére. Ha előfeszített szerkezeteink gazdaságossági kérdésével a jövőben aktívabban fogunk foglalkozni, akkor a gyors fejlődésnek ezt az akadályát is leküzdjük.

Az ezzel kapcsolatos lehetőségek a következők:

Az előfeszített szerkezeteket gyártó üzemek, műhelyek utókalkulációját állandóan figyelemmel kísérve, meg kell állapítani, hogy a közeljövőben elsősorban az acélhuzalban való takarékoság kérdését kell megoldanunk. Gyakori hiba, hogy tudományos életünk, iparvezetésünk figyelmét és energiáját a termelési folyamat kialakításának kérdésére irányítja, holott a gazdaságosság szempontjából ez a kérdés másként kezelendő. Mind

a hazai, mind a külföldi gyártás költségeit vizsgálva, megállapíthatjuk, hogy az előfeszített szerkezetek munkabérráfordítása 9 és 13% között mozog, míg az anyag a termelési érték 40—60%-át teszi ki. Hazai előfeszített gyártásunk esetében ebből a szempontból már eddig is szép eredményeket értünk el, mert a munkabérráfordítás a 9—13% között mozog. Ez a szám nem változik lényegesen a technológia függvényében. Például a Budafoki Épütelelemgyár 2,5 mm-es huzallal, 100 m hosszú fix padon, a mindenki által ismert, igen tetszetős, jól gépesített, a folyamatos gyártás ideálját megközelítő technológiával azonos gyártmányt gyárt, mint az óbudai üzem 50 m hosszú fix padján 5 mm-es huzalokkal, aránylag kis gépesítéssel és — ezt éppen beruházási viszonyaink miatt tartom lényeges szempontnak — teljesen eltérő technológiával. Részleteiben megvizsgálva a munkabérráfordítást, azt látjuk, 1 fm ÉTI-gerenda munkabérráfordítása a budafoki üzemben 3,18 Ft, míg az óbudaiban 2,80 Ft. Ha figyelembe vesszük, hogy a Budafoki-úton ez az összeg, ú. n. utalványozott idő, mely még csökkenthető, míg Óbudán már helyi, jóváhagyott norma, akkor azt kell mondani, hogy a két technológia munkabérráfordítása, annak ellenére, hogy a gyártás és ezzel kapcsolatosan a norma kialakítása egymástól teljesen függetlenül történt, jóformán fillérre azonos.

Rá szeretnék mutatni arra, hogy az 1780 kgm határnyomatékú gerenda ára ezen 3,— Ft körüli munkabérráfordítással szemben 30,— Ft és a 60 dkg többletvast tartalmazó 2250 kgm határnyomatékú gerenda ára 45,— Ft, ugyancsak 3,— forint munkabérráfordítással. Világos ezek alapján, hogy a gazdaságos gyártás kérdését nem a gyártástechnológia kiválasztásával, hanem más módon kell megoldani.

Figyelmünket elsősorban az acélhuzal gazdaságos felhasználására kell fordítani. A padba fűzött hullámosított acélhuzal a folyóárnak közel 40%-át teszi ki. Az óbudai üzemben alkalmazott, legelső időkből származó technológia mellett a huzalvesztesség 17%, a legkorszerűbb technológiával dolgozó padunk esetében 9% (még ezt a százalékot is magasnak találom). A különbség 8%, ami az egész folyó ár 3,2%-át teszi ki, vagyis az egész munkabérráfordítások harmadát. Ha sikerülne megszüntetni a 9% hulladékot is, akkor pusztán helyes technológia kiválasztásával az egész munkabérráfordításnak megfelelő összeget meg tudnánk takarítani. A helyes gyártástechnológia elbírálásánál tehát a döntő a huzalfelhasználás. Később látni fogjuk, hogy döntő kérdés a termelés növelésének lehetősége és a jó minőség biztosítása is.

Hasonló következtetéssel arra a meggyőződésre juthatunk, hogy gyártmányaink konstrukciójában hiba van. Tervezőink inkább a szállítás, szállíthatóság, beépítés, egyszóval a felhasználás szempontjaira fordítják figyelmüket és így abból a célból, hogy a gyártmány súlyában megtakarítás legyen elérhető, a keresztmetszetet a legideálisabb statikai, ill. szilárdsági viszonyoknak megfelelően határozzák meg, ahelyett, hogy a legideálisabb acélhuzal felhasználása volna a fő szempont.

Ezzel azonban drágítják gyártmányainkat, aminek következtében a felhasználás gazdaságossága kétségesse válik. Tervezőink azonban egyéb gyártástechnológiai kérdésekre sincsenek figyelemmel a prototípusok kialakításakor. Ennek következménye például, hogy az óbudai üzemünkben egy m^3 90 kg/ m^3 huzalt tartalmazó födémgerenda hatóságilag megállapított ára 2250 Ft, míg egy 108 kg/ m^3 — tehát az előbbinél valamivel nagyobb mennyiségű acélt tartalmazó — távvezetéki oszlop hatósági ára 3300 Ft/ m^3 azért, mert a távvezeték-oszlop keresztmetszeti kialakítása a gyártás szempontjából kedvezőtlen.

Gyakran hangsúlyoztuk már, hogy a nagyobb súlyú betonszerkezeti elemeink beépítéséhez gépi munka szükséges. Abban a pillanatban tehát, amint az elemek mozgatása gépi úton történik, lényegtelen kérdéssé válik a súly, bár elismerem, hogy a szállításnál ez a kérdés nem hanyagolható el.

Éppen abból kifolyólag, hogy a gazdaságosság alakulása sok minden — a statikai számításnál nem figyelembevehető — tényezőtől függ, szükséges, hogy tudományos és kutató intézeteink szisztematikusan és minden egyes nagysorozatra kerülő gyártmányunk esetében alapos gazdaságossági vizsgálatot végezzenek, kutatván a leggazdaságosabb megoldást. Helytelennek tartom azt a gyakorlatot, mely szerint, ha a gyártmány nem tud versenyezni azzal a szerkezettel, melyet pótolni hivatva van, a tervező mindenféle erőltetett valutaszámítással kívánja kimutatni a gazdaságos felhasználást. Ugyancsak helytelennek tartom, hogy mindannyian belenyugszunk a tervek jóváhagyásakor abba, hogy „nem lévén fa vagy vas, a népgazdaságnak így is megéri“.

Ahol hiányzik az ösztönző erő, ott a fejlődés sem képzelhető el. Az ösztönző erőt úgy gondolom megoldani, hogy tudományos és kutató intézeteink állapítsák meg az árhatóságok részére évi ütemezésben az önköltségsökkentés mértékét, melyet az ipar tartozik betartani, esetleg túlteljesíteni.

Az önköltségsökkentésnek másik hatásos módja a termelés minél gyorsabb felfejlesztése, mely esetben csökkennek a nem közvetlen költségek. Nagyarányú termelés megszervezése esetén a munka minden területén gazdaságosabbá válik. Ennek előfeltétele a rendelkezésre álló mértékadó keresztmetszetek — előfeszítő iparunkban az érlelő padok kapacitása — legnagyobb kihasználására való törekvés. Ennek gátat vet a mértékadó művelet, az érlelés ideje.

Kutatóink általában az optimális érlelési időt keresik és erre készítenek receptúrát. A gyártót azonban nem az optimális érlelés ideje érdekli, hanem a szilárdsági előírás betartásához szükséges legrövidebb érlelési idő.

Jelenleg például az óbudai üzemünkben feszített szerkezeteinket 600-as tatabi cementtel állítjuk elő. E cement 70—80°-on gőzölve egy meghatározott szilárdságot viszonylag rövid idő alatt ér el, azonban az érlelés befejezése után a szilárdulás fokozódása majdnem teljesen megszűnik és csak igen hosszú idő után — a tárolás

hőmérsékletétől függően, 15—45 nap közötti időtől — indul meg újra és a betonok a 28 napos kockaszilárdságot 60—90 nap között érik el.

Néhány kísérletünk azt az eredményt mutatta, mely szerint szobahőmérsékleten a 600-as tatai cementtel készült kockáink 450 kg szilárdságot értek el, míg ugyanazon anyagból készült kockák gőzölve ezt a szilárdságot több hónap után érték el.

Sokkal kedvezőbben viselkedtek a 600-as cementeknél az 500-as heterogén cementek, mivel a 28 napos szilárdságot jóval hamarabb érték el sőt, a gőzölés után az abszolút 28 napos kockaszilárdság még magasabbra megy fel, mint a 600-as cementek esetében. Mindezek ellenére mégis a 600-as cementet alkalmazzuk, mert az ebből készült betonjaink 80°-os gőzölésével a feszültséget már 8 órai gőzölés után a betonra engedhetjük. Ez a néhány órányi időnyereség, hogy t. i. előbb kivehetjük gyártmányainkat a padból, lényegesen gazdaságosabb műveletet tesz lehetővé. Meg kellene keresnünk azt a megoldást, melynél 8 óra után a feszültséget oldhatjuk és ugyanakkor betonszilárdságainkat a maximumra emeljük.

Tisztelt Konferencia!

Remélem, hogy kissé hosszúra nyúlt hozzászólásom hozzá fog járulni ahhoz, hogy közös erővel harcoljunk magasabb szintű, minden szempontból gazdaságos, de a fejlesztést aránylag kis beruházással megoldható előfeszítő iparunk megteremtéséhez.

Nem volna azonban helyes, ha néhány adatot nem ismertetnénk Óbudai üzemünk fejlődéséről.

1952. január óta önköltségünk az akkorinak 48%-ára esett. Födémgerendagyártásunk az utolsó három hónapban 10%-kal csökkentette a ráfordítást.

1953. januárban padfordulóink átlaga a 36 óra körül mozog. Októberben nagycsarnokunknál már 19 óránál tartunk.

A 35 kV-os oszlopnál a prototípus legyártása után 1952. I. hóban az eladási ár darabonként 2842,— Ft volt. 1953. I. hóban a darabonkénti eladási ár 1368,— Ft, míg ugyanez év októberében 1350,— Ft volt. 1952. I. óta az önköltség lecsökkent 48%-ra.

Az ÉF gerenda gyártásánál 1953. május hóban az 1780 kg határnyomatékú gerendának fm ára 40,— Ft, míg 1953. október hóban 37,— Ft volt.

Az ÉF gerenda átlagos padfordulója a gyártásnál 1953. július hónapban 12,5 óra, október hónapban 9,5 óra.

1953. évben a következő prototípusok készültek:

- I keresztmetszetű szekunder oszlopok,
- 20 kV-os oszlop,
- postai oszlopok,
- postai gyámok,
- magasított gyámok,
- előfeszített vashetonpallók,

- Keller-pallók,
- födémlemezek, panelek,
- feszítőpad és feszítőfejek,
- benzintartály.

A következő prototípusok gyártása van még folyamathan:

- mezőgazdasági hulladékból kísérleti melegpadló,
- könnyű beton,
- vakuumvibrálás.

EGYED ZOLTÁN VÁLASZA

Végeredményében sajnálom, hogy szerény előadásomhoz ilyen kevés hozzászólás hangzott el, de meglepéssel tölt el, hogy a hozzászólások kimerítőek, szakszerűek és olyanok voltak, amelyekből kitűnik a kutatási témák iránti szeretet. Mielőtt néhány szóval válaszolnék az elvtársaknak, meg kell még egyszer mondanom, hogy nem kívántam mondanivalóimat egységes rendszerbe foglalni. Céлом inkább az volt, hogy bár rapszódikusan, látszólag bár nem szoros összefüggésben, de egy egységes gondolat a kutatás jövő feladatai köré csoportosítsam gondolataimat. Egy-egy ötlettel, egy-egy olyan területre szeretném a figyelmet felhívni, amelyek alapos feltárása részletes vizsgálata, a következtetések alapos átfogó, alkotó leszűrése az építőanyagipari kutatást eredményessé, a népgazdaság számára hasznossá teszi. Ily módon lehet azt a számunkra igen fontos célt elérni, hogy a technológiai tudományt, azt az elméletet, amelyen egész anyaggyártási gyakorlatunknak alapulnia kell, valóban kialakíthassuk és valóban a szó marxi-lenini értelemben vett tudományként alakíthassuk ki. A hozzászólásokból kitűnik, hogy nem jártam helytelen úton, ha ezeket az ötleteket a szovjet élenjáró elmélet és gyakorlat bőséges tárházából merítettem.

László kartárs mind szűkebb szakmai, mind elvi síkon valóságos második előadást — értékes előadást — tartott hozzászólásként. Egészen természetes, hogy szemlélete nagyrészt a gyakorlat felé tereli a gondolatait. Mint a kísérleti üzem főmérnöke joggal nézi saját tapasztalatainak szűrőjén a kérdést. Ezek a tapasztalatok, különösen a panelek építése területén azonban még nem lehetnek teljesekek. A paneleket nem tekinthetjük mereven csak annak a definíciónak az igazolásaként, hogy a panel olyan térlefedő szerkezet, amely két fal közt a gerendához képest sokkal szélesebb területet fed le. Ez természetesen igaz, de számunkra nem elég. Nem lehet tökéletesen konstruktívnak tekinteni pl. azt a javaslatot, hogy az építkezés helyszínén mondjuk 1 m széles, teljes traktust áthidaló födémlemez a szokásos módon a földön állítsunk elő és azt egyszerűen bemeljük. (Lásd pl. téglapalló). A feladat kettős: Meg kell állapítani, mit és meg kell állapítani, hogyan. Mind a kettő komoly kutatási feladat és én bízom abban, hogy éppen az Építőanyagipari Kutatóintézet és a 2. sz. Épületelemgyár László kartárs segítségével szoros együttműködésben —

a tervező és a kivitelező tapasztalataira, ismereteire támaszkodva — tudományos munkát fognak a közeljövőben végezni.

Kordik László hozzászólásából egy vezető gondolat esendült ki a számomra. Az, hogy a kutatás érdekében nem volna helytelen a Magasépítési Tudományos Egyesületet és az Építőanyagipari Tudományos Egyesületet egyesíteni. Véleményem szerint ez az intézkedés jelentékenyen elősegítheti a kutatás eredményességét. Nem sokat hiszek azonban abban, hogy a kutatás eredményessége általában intézkedésekkel befolyásolható. Sokkal inkább hiszek abban — ez is Kordik hozzászólásából vált tudatossá bennem —, hogy ennek a konferenciának, a két egyesületnek, és a két egyesület főhatóságának, az Építésügyi Minisztériumnak közös lépést, közös kezdeményezést kell tenniük a Párt és a Kormány felé annak érdekében, hogy a kormányprogram végre-

hajtása során ne kevesebb, de több hitel álljon a kutatás rendelkezésére. Az a körülmény, hogy a nehézipari beruházások vonatkozásában a lakásépítés, a mezőgazdasági építkezés irányában tolódik el, fokozott kutatási igényt jelent. Meg lehet állapítani, hogy az előregyártással kapcsolatos tevékenység súlypontja eddig az ipari építkezés területén volt, a lakóépületek előregyártott szerkezetei szinte kizárólag a fődémgerendára szorítottak. Ma sokkal inkább mint valaha —, mert ezt kívánja a kormányprogram, ezt kívánja a dolgozók életszínvonalának emelkedése, mert ezt kívánja valamennyiünk érdeke — fokozott figyelmet kell a lakó- és hasonló épületek előregyártási kísérleteinek, kutatásának szentelni. Ez a munkánk a kormányprogram célkitűzéseivel nem ellentétes és biztos, hogy ha a kérdést az illetékesek előtt feltárjuk, kedvező fogadtatásra fog találni.

Rosivall Ferenc: „Új építőanyagok laboratóriumi kutatásának eredményei“ c. előadásához

EICHNER TIBOR HOZZÁSZÓLÁSA

Rosivall kartárs előadásában említést tett arról, hogy milyen nehéz helyzetünk van a kutatóintézeteknek munkájuk ipari vonatkozású továbbvitelében. Új kormánypolitikánk igen sok lakás megépítését vette programmba. Ez komoly feladat. Csak úgy tudjuk megvalósítani, ha iparunkat sikerül nagyiparrá fejleszteni. Szükség van tehát olyan előregyártott termékek kikísérletezésére, melyek alkalmasak a gépesített gyártásra. Az Építéstudományi Intézet laboratóriumi kísérletei sokszor öncélúak és az ipar nem mindig tudja teljes egészükben felhasználni. Erre jellemző példa: rendelkezésre áll egy sorozat építőanyag, melyet módunk volt kikísérletezni és azok közül a legalkalmasabbat, legjobbat kiválasztani. Egyed szak-
társ említette, hogy az előregyártásban az új termékek megfelelő felhasználása az ipari épületeknél nagyobb mértékben kifejlődött, mint a lakóépületeknél. Megbízunk az Építéstudományi Intézetet, hogy új nagyelemeket kísérletezzen ki. E tekintetben számos újabb, könnyű, laboratóriumi úton előállított habsziklikát anyagot tartunk alkalmasnak. Ezek súlyát 700 kg, nyomószilárdságát 50 kg/cm²-ben irányoztuk elő. A laboratóriumi kísérletek eredményei sokszor nem voltak kielégítőek. Szükségessé vált nagyméretű elemek anyagainak recepturáját és az anyag teljes kezelési módját kikísérletezni. Bár gyártásához az építőiparban használt legegyszerűbb anyagok szükségesek, eddig még nem állították elő a kísérleti anyagot. A Parafakőgyárban igen komoly nehézségekkel küzdünk nagyméretű falelemek előállítása tekintetében. Az anyagok az üzemi gyártás során másképpen viselkednek, mint a laboratóriumban. A falelemek méretét a rendelkezésre álló autokláv méretére szabták. 1 × 2 m-nél nagyobb

elemeket azonban nem sikerült előállítani. 2 emeletsoros épületeknél szükséges szilárdságot nem sikerült biztosítani. Földszintes és egyemeletes épületeknél az elért eredmények megfelelőek. Megbízunk a 3. sz. Ipartervet egy ipari méretű kisüzem tervezésével, melynek kapacitása 17 m³/nap volna. Szükségessé vált a falelemek megtervezése és az ezzel kapcsolatos költségek megvizsgálása. A falelemeket úgy terveztük meg, hogy egyszer 98 × × 188 cm-es, 20 cm vastag anyagból készítettünk falrészeket. A költségalkulás azt mutatta, hogy a jobb hőszigetelésű 25 cm vastag falelemek kb. azonos költségű, és így lényegesen olcsóbb, mint a normál téglá. Legnagyobb hiányosság az, hogy nincs golyósmalmunk, illetve, csak az Építéstudományi Intézet rendelkezik egy berendezéssel. A kísérletek odairányulnak, hogy rövidesen 700 kg-os terhelést elbírjanak, hogy jobb teherbíró anyagot állíthassanak elő és hogy 3 emeletes épületeket is tudjunk építeni. Ez a megoldás nagy könnyebbséget jelentene téli építkezéseknél.

MÁLNAI LÁSZLÓ HOZZÁSZÓLÁSA

Eichner kartárs beszámolt arról, hogy az Építéstudományi Intézet által végzett laboratóriumi kísérletek során előállított anyagot hogyan próbálta a Lakóterv építkezésre alkalmassá tenni.

Kiegészítésképpen tervezési szempontból szeretnék a kérdéshez hozzászólni. Az eddig kikísérletezett anyag csupán a saját súlyának hordására képes, melyet csak olyan mértékig bír elviselni, amíg az önsúly az 1, 2 emeletes épületeknél szokásos mértékét nem haladja meg. Lakóépületeket illetően — különösen vidéken — 2—3 emeletről beszélhetünk. Sajnos, a 2—3 emeletes építkezéseknél még nem találtunk olyan tervezési megoldást, mely

a habszilikát alkalmazását lehetővé teszi. Magas épületeknél, mint kitöltő elemek anyagát természetesen igen jó eredménnyel tudjuk felhasználni ezt az anyagot. Tervezés alatt áll és nemsokára megépül a gubacsiúti lakótelepen két kísérleti épület, melynél a gázsilikátnak, mint kitöltő anyagnak kedvező tulajdonságait megfelelően ki fogjuk használni. Az épületek 2, ill. 3 emeletesek lesznek. Az egyik épületnél vázas szerkezetet választottunk és bár városrendezési szempontból nem egységesen azonos magasságú épületeket terveztek, mégis a 3 emeletsoros vázas épület megépítésével olyan tapasztalatokat kívánunk szerezni, melyek útmutatásul szolgálnak magas épületek építésénél is. Ezekkel a kísérleti épületekkel eltérünk az ipari épületeknél kialakult és jól bevált vázszerkezet építési módszereitől, melyeket lakóépületeknél nem célszerű alkalmazni. Itt az épületvázak újszerű megoldására van szükség, mely részben alkalmas lakóépületek felépítésére, részben a kitöltő elemekkel megfelelő módon, megfelelő kapcsolatot biztosít.

Az ipari épületek előregyártásánál helyszíni előregyártás a szokásos, és a túlnyomóan kétdimenziós szerkezeteket alkalmazzzák, ezzel szemben mi a túlnyomóan egyszimenzios vázzal kísérleteztünk és a pilléreknek és egyéb előregyártott elemeknek olyan kapcsolását alkalmazzuk, melyek téli építkezéseknél is megfelelők és száraz úton is előállíthatók. A gázsilikát elemek csak saját súlyukat hordják és az egyéb szerkezetek emeletenként kapcsolódnak az előregyártott vázhoz.

Egy másik épületen, mely ugyanezen a területen épül, a gázsilikátot vasbeton keretekbe foglalva fogjuk alkalmazni. Ezeket úgy illesztjük egymásba, hogy dobozos rendszer keletkezik. A dobozokat összeszerelve használjuk fel és így a gázsilikát kedvező tulajdonságai érvényesülnek.

Az Építéstudományi Intézet feladata volna olyan gázsilikáttelek előállítása, melyek az eddigieknél nagyobb szilárdsággal bírnak, tehát szerkezeti teherbírófalként 2—3 emeletes épületeknél alkalmazhatók. Feltétlenül kívánatos, hogy ezeknek az elemeknek a vakolására is végezzünk kísérleteket, mert az eddigi kísérletek nem mutatnak kedvező eredményt. A külső vakolat nem tapad meg és a homlokzat kiképzése ily módon nem lehetséges.

Egy harmadik kísérlet is megindul a közeljövőben a Fogarasi úton, mely már a mészkötésű porszénhamunak blokkokban való felhasználásával fog folyni. A blokkok 2—3 emelet súlyát is képesek viselni. Vastagságuk 38 cm.

Most vannak folyamatban azok a kísérletek, melyek eldöntik, hogy milyen alaprajzi és szerkezeti rendszert alkalmazzunk. Vizsgálat tárgyává kívánjuk tenni ennek az anyagnak külső megjelenési formáját, mert még ezen a területen is vannak megoldásra váró problémák, a sötétszürke színű anyag kedvezőtlen színhatása miatt. Meg kell állapítanunk, hogy más színezési eljárás alkalmazható-e? Laboratóriumi kísérleteink a tervezésre nagyobb gondot fognak fordítani a külső megjelenési követelmények vonatkozásában. Ennek érdekében szorosan együtt fog működni a ter-

vező intézet és az Építéstudományi Intézet. Ez a körülmény lényegesen elősegíti majd a kormányprogram során épülő lakások esztétikailag is kielégítő felépítését.

BÁLINT TIBOR HOZZÁSZÓLÁSA

Rosivall szaktárs értékes előadásában részletesen ismertette azt a kutatómunkát, mely új építőanyagok előállítására irányul, főleg annak érdekében, hogy ezekkel külföldről importált vagy szűken rendelkezésre álló építőanyagokat pótolhassunk. Az ilyen új építőanyagok előállítása természetesen elsődrendű népgazdasági érdek és fontos, hogy az ezirányú munka minél nagyobb lendülettel haladjon tovább és meg hozza a kellő eredményt ahhoz, hogy az új kormányprogram alapján várható hatalmas építkezési terv akadálytalanul és minél előnyösebben valósulhasson meg.

A kő- és kavicsbányászati iparág az új kormányprogram alapján ugyancsak foglalkozott azzal a kérdéssel, hogy hogyan lehetne újabb olcsó, könnyen hozzáférhető és minőségileg tökéletesen megfelelő építőanyagot előállítani. Ennek eredményeként már folyamatban van annak a gépnek az előállítása, mellyel a természetes homogén mészkőből olcsón kívánunk fűrészelt, építésre igen alkalmas blokk-kockákat előállítani.

A Szovjetunióban hosszadalmas kísérletezés során Galanin mérnök egy aránylag könnyű, sínjáró, elektromotorral meghajtott fűrészgépet szerkesztett, mely két, egymással párhuzamosan elhelyezett fűrészkoronggal van felszerelve. A két korong egymástól a kifűrészelt építőköcka hosszának megfelelő távolságra van beállítva és egyszerű átállítással tud a függőleges sziklafalon vízszintes, vagy függőleges vágást végezni. A gép tehát, a sziklafallal párhuzamosan fektetett sínpáron haladva és a fűrészkorongokat vízszintesre állítva, a függőleges sziklafalon két egymással párhuzamos bevágást végez. A gép úgy van meg szerkesztve, hogy a fűrészkorongokat magasságban tetszésszerint lehet állítani és így a két bevágás elvégzése után a korongokat magasabbra állítva, párhuzamosan további két bevágást végezhetünk és ezt mindaddig folytathatjuk, amíg a gép magasságának megfelelő felületet egymástól szabályos távolságban vízszintes bevágásokkal látjuk el. Ezt követően a fűrészkorongokat 90°-kal elfordítjuk és az egész felületet ugyanúgy függőleges irányban is végigfűrészeltjük. Ezután a két korongot leemeljük és egy, a sziklafallal párhuzamos korongot helyezünk fel. Tekintve, hogy a vízszintes és függőleges befűrészélések után a kő-kockákat már csak a hátsó oldal tartja össze a sziklafallal, néhány kockát erőszakkal kitörünk, és ezek helyén a sziklával párhuzamos fűrészkoronggal benyúlva, a négyoldalról körül fűrészelt kockákat a sziklafalról lefűrészeltjük.

Ezek az építőblokkok nem szorulnak semmilyen további megmunkálásra, építkezésre kitűnően megfelelnek és előállításuk igen olcsó, mert az egy fővel kiszolgált gép munkáján kívül csak a szállítási költség terheli.

Az előállítás mielőbbi kikísérletezése érdekében sikerült a Nehézipari Minisztériumtól egy Ajtay-féle — úgy hiszem mindenki által ismert — szén-réselőgépet szereznünk, melyet aránylag kevés átalakítással lehet az építőköcka fűrészelésének céljaira felhasználni. Ez az átalakítás már folyamatban van és így már rövidesen alkalmunk lesz azzal a sóskuti mészkőbányában kísérleteket végezni.

Foglalkozunk azzal a gondolattal is, hogy hasonló módon különböző más idomdarabokat is előállítsunk, melyek esetleg más területen hiányzó építőanyagokat pótolnának. Így pl elképzelhető, hogy boltzatok építéséhez fűrészelnénk megfelelő idomdarabokat, melyek a szénbányászatban nagyobb vajatok kiboltozásához volnának felhasználhatók.

További kutatásokat kellene végezni természetesen annak érdekében, hogy az ország terüle-

tén több ilyen fűrészelésre alkalmas kőelőfordulást tárhassunk fel, továbbá, hogy ezáltal az építőblokkok mindig a nagyobb építkezések színhelyéhez lehetőleg közeleső helyen legyenek kitermelhetők és hogy a felmerülő szállítási költség minél kisebb legyen.

Rosivall szaktárs előadásában rámutatott a salakbeton és az építőblokkok előnyeire. Igen érdekes volna a salakbetonból készült építőblokkok és a mészkő építőblokkok súly szerinti pontos összehasonlítása, továbbá a pontos kalkuláció ismerete. Véleményem szerint azonban még akkor is a mészkőblokk alkalmazása mellett kellene dönteni, ha a kalkuláció a salakbetonblokk kedvezőbb költségalakulását mutatná ki, mert utóbbi előállításához minden esetben szénre van szükség, míg a mészkőblokk előállításánál sem e szűkében lévő energiahordozó, sem más anyag fogyasztása nem merül fel.

1954. első negyedében jelenik meg!

OZORAI GYULA:

Kőbányászat I., II. kötet

A könyv felöleli a kőbányászattal kapcsolatos összes kérdéseket. Az I. kötet a kőbányaipar általános jellemzése után az építőiparban feldolgozásra kerülő kőzetekkel, azok tulajdonságaival és előfordulási formáikkal foglalkozik, majd az új bányák felkutatásának és a kőbányaüzemek telepítésének problémáit tárgyalja. Ezután részletesen ismerteti a kőbányaiparban előállított ipari termékeket és felhasználásuk módját. A technológiai rész a kőbányászati folyamatokat, a lefedést, a fúrást és robbantást, a kőtermelést írja le.

A II. kötet a belső szállítás gépeit és módszereit, majd az aprítást, zúzást, osztályozást, rakodást ismerteti. Az energiatelepek, villamos berendezések, a tárolás-módok tárgyalása után a munkásvédelemmel és balesetelhárítással, a berendezések karbantartásával, üzemszervezési kérdésekkel, végül a kőbányaüzemekben előforduló egyéb ipari munkákkal foglalkozik.

A korlátolt példányszám miatt a könyvet ajánlatos az

ÉPÍTŐIPARI KÖNYVESBOLTBAN

előjegyeztetni:

Budapest, XI., Bartók Béla-út 25. szám alatt.

A gipszsalakcement

(Szulfátkohócement)

Dr. WESSELY IMRE

Az új kormányprogram kötelességévé teszi műszaki értelmiségünknek az ország nyersanyagainak intenzív feltárását és a feltárt nyersanyagok hasznos értékesítését a nemzetgazdaság egész területén. Az Építőanyagipari Kutatók 1953 november havában megtartott konferenciája már foglalkozott ezen szempontból a gipszsalakcement kérdésével (1). Geológusainknak és bányászainknak az a biztató ígérete, hogy a Bóldva völgyében megkezdett bányafeltárás aránylag rövid időn belül fedezni fogja gipszszükségletünket, indokoltá teszi, hogy a problémával részletesebben foglalkozzunk. Annyival is inkább meg kell ismernünk ezt az anyagot, mert nálunk is jelszavá lett a Német Demokratikus Köztársaság építészei jelmondata: „Építs jobban, szebben és olcsóbban!” — már pedig kevés építkezési kötőanyag van, ami ezen jelmondatban kifejezett törekvést elősegíti, mint — a gipszsalakcement. Irodalmi adatok azt állítják, hogy alig $\frac{1}{5}$ mennyiségű szén kell az előállításához, mint a portlandcementhez — majdnem csak az őrlési munka — és szilárdsága mégis eléri az 500—600-as kategóriájú cementnek minőségét.

A mai nagy szénigényes és lázas építkezést folytató ipari tevékenységünkben minden lehető meg kell tenni, hogy egy ilyen előnyökkel bíró építőanyag gyártását előmozdítsuk. Ezért akarom a gipszsalakcement tulajdonságait, gyártási és feldolgozási technológiáját — a rendelkezésemre álló irodalmi adatok alapján — ismertetni.

Alapanyagok: a gipsz vagy ennek vízmentes változata az anhidrit, a magas alumíniumoxid tartalmú bázikus kohósalak és egészen kis mennyiségű, meghatározott lúgossági fokot eredményező portlandcement vagy mészhidrát. A gyártás ezen három anyagnak laboratóriumban meghatározott pontos — később közlendő alapelvek alapján számított — arányban történő igen nagy finomságú összeőrléséből áll. Az alapanyagok vegyi összetétele szerint az arány a következő határok között változik:

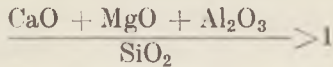
12—14%	CaSO ₄ (gipsz vagy anhidrit)
kb. 85%	kohósalak
1—3%	portlandcement.

Gipsz, illetve anhidrit bányászatunk most van kifejlődésben. A gipszrétegek Borsod megye északi részében a Bóldva völgyében Perkupa és Alsótele-

kes község területén található (2,3). Az eddig megfúrt terület kb. 700 × 500 m, 350 000 m² nagyságú, a gipsz és anhidrit rétegek 30—100 m között tisztán vagy agyaggalával, dolomitszemekkel, mészkővel, szennyezve váltakoznak. Jó kilátások vannak, hogy már 1954-ben tekintélyes mennyiségű gipszet és anhidritet bányászunk. Cementgyáraink a portlandcement kötések szabályozására felhasznált gipszkövet már részben innen fedezik.

A kohósalak vastermelésünk mellékterméke és ennek felfutásával mennyisége is évről évre emelkedik. De nemcsak mennyisége növekszik, hanem minősége is javul, mert kohászaink kezdik belátni, hogy a „salak” nem elvetendő kohászati meddő anyag, hanem igen értékes termék, az építőipari kötőanyag-gyártásnak fontos alapanyaga. A fizikai tulajdonságait és a kémiai összetételét céltudatosan lehet változtatni. Granulálással — hirtelen lehűtéssel — a kohósalak amorf üveggé merevül, aminek nagy energiatartalma, azaz latens kötőképessége van. A darabos — nem granulált kohósalak a kalciumszilikátos vegyületek kikristályosodása miatt hidraulikus tulajdonságokat keveset vagy esetleg semmit nem mutat, ellenben a hirtelen lehűtött salakban a kalciumszilikátos vegyületek megmerevedése később érvényre jutó hidraulikus kötőképességet eredményez. A nagyolvasztóból lecsapolt 1400—1500 C° forró salak hirtelen lehűtése történhetik vízzel, vízgőzzel, vagy levegővel. A legintenzívebb hűtés vízzel történhet, mikor a kohóból kiömlő salak egyenesen vízzel telt kádba esik. A granulált salak szemcsézett és homokszerű lesz. A gipszsalakcement-előállítás céljára annál megfelelőbb, minél magasabb hőfoknál csapolják le a kohóból és minél hirtelenebbül hűtik le (10). A mészben dús salakok erősebb hűtést kívánnak, mint a mészszegények, mert a káros kikristályosodásra hajlamosabbak. Már külső megjelenésre a színéről és súlyáról meg lehet különböztetni a jó és kevésbé jó salakot. Jó, magas mésztartalmú salakok csekélyebb vastartalmuknál fogva világosabb színűek, míg az ún. éretlen salakok nagyobb vastartalmuk miatt sötét színűek és nehezebbek. A salak vegyi összetételét — mint azt a mult évben nálunk járt Krichtin szovjet mérnök és a szovjet gyakorlat is bizonyítja — úgy lehet változtatni, hogy a kohósalak hidraulikus értéke fokozódik és a nagyol-

vasztó termelékenysége emelkedik. A jó minőségű gipszsalakcimenthez bázikus, tehát



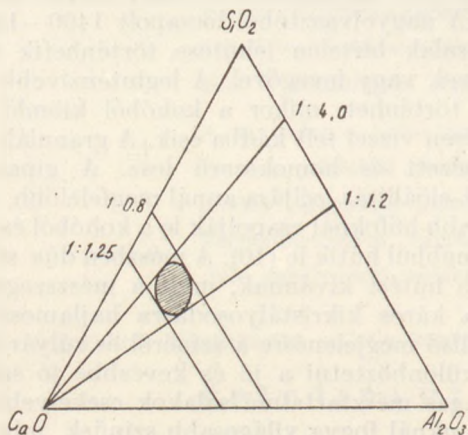
modullal bíró és legalább 14—18% Al_2O_3 -ot tartalmazó salak kell (11). Ha valahol a világon, akkor nálunk igazán könnyen lehet ilyen salakösszetételt elérni, mert van aluminiumgyártásra alkalmatlan nagyobb kovásv- és vastartalmú bauxitunk.

A kalcium (Ca) mellett még magnezium (Mg) is jelentékeny mennyiségben van a salakban, s így a gipszsalakcimentben is, anélkül, azonban, hogy azokat a kellemetlen izasztató hatásokat okozná, mint a portlandcementnél. Ugyanis nem periklas (MgO) formájában van jelen, hanem szilikátokhoz kötve, mikor nem veszedelmes. A kén-tartalom sem káros, mert leginkább szulfid alakjában van jelen. Passov (4) szerint a szulfidok segítik az üvegesedést és a lehült salak reakcióképességét előmozdítják. A mangán (Mn) azonban nagyobb mennyiségben nem kívánatos alkatrészes.

Mint említettük a granulált kohósalak latens — hidraulikusságú. Latens azért, mert a hidraulikus tulajdonságát egymagában nem képes kifejteni, ahhoz egy gerjesztő anyag közreműködése szükséges.

A gerjesztő anyag lehet lúgos (bázikus) vagy savanyú természetű.

A lúgos (bázikus) gerjesztés a régebbi. Már 1865-ben F. Lürmann, azután G. Prüssing, Michaelis, Tetmajer professor foglalkoztak vele a pucolán-cementek analógiájára és természetesen a hidraulikus anyagok tudományának akkori szemszögéből nézve. A kohósalak alapjában véve egy mészben szegény portlandcementnek tekinthető. Mondhatjuk úgy is, hogy egy igen alacsony hidraulikus modulú cement. Hidr. modulja: 0,80 — 1,25. Amíg a portlandcement CaO tartalma kb. 65%, addig a kohósalaké kb. 42—48%. Szilikát modulja: 1,2—4,00. Lényeges alkatrészei azono-



1. ábra. A kohósalak területének helye a $\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ hármasszisztémában.

SiO_2	= 27,5	— 40,0%
Al_2O_3	= 10,0	— 22,5%
CaO	= 45,0	— 55,0%
Hydr. Modul	= 0,80	— 1,25
Szil. Modul	= 1,20	— 4,00

sak a portlandklinkerével: kovásv (SiO_2), alumíniumoxid (Al_2O_3) és vasoxid (Fe_2O_3). A CaO, Al_2O_3 , SiO_2 hármasszisztémában helyét az 1. ábrán közölt grafikon mutatja (11). Kézenfekvő volt tehát annak idején a gondolat, a kohósalakhoz mészhidrátot vagy a kötése folyamán mészhidrátot ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) kiválasztó portlandklinkert keverni, hogy ezáltal a kohósalak latens hidraulikus kötőképességét kiváltsák. Így született meg a kohócement (30% portland + 70% k.-salak), és a vasportlandcement (70% portland + 30% salak). Ez az aktiválási mód a kohósalak lúgos (bázikus) gerjesztése. Mint bázikus gerjesztők hatnak a CaO, a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ és a Calciumaluminatok (6).

1908-ban jelentette be Kühl szabadalmát (5): a kohósalak 10—15% gipsszel történő együtt őrölésére és ezáltal hidraulikus kötését kiváltani.

Némelyek ezt az eljárást savanyú gerjesztésnek mondják. Savanyú gerjesztőként szerepelnek az alkáliák-, a földalkáliák- valamint a könnyűfémek és nehézfémek szulfátjai (6).

Kühl szulfátos gerjesztésnek nevezi (6). Meglepetés volt ez abban az időben, mikor az volt a köztudatban, hogy a gipsznek 2%-on felüli adagolása portlandklinkerhez a veszedelmes Michaelis-féle „cementbacillus“ keletkezését okozza, a gipsz és kalciumaluminathidrát által képezett nagy víztartalmú kettős só: kalciumaluminatszulfát, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ összetételű vegyület, aminek túalakú kristályai szétrombolják a betont. Azonban P. P. Budinikoff (7) és munkatársa W. K. Gusew (7), valamint Blondiau (8) kimutatták, hogy a gipszsalakciment kötésekor a folyékony fázisban sokkal kisebb a mészkoncentráció, mint a mészben dús portlandcementnél és ezért kalciumaluminatszulfát nem képződhetik mindjárt és a gipsz reakciója nemhogy káros volna a kötési folyamatra, hanem ellenkezőleg előmozdítja. Ebben van a szulfátos gerjesztés lényege. Amíg portlandcementnél egy telített mészoldat képződik, kb. 1,2 g CaO/Liter, addig gipszsalakcimentnél a szilárdulási folyamat csak 0,2 g CaO/Liter koncentrációnál folyik le. Ez annyira karakterisztikus, hogy ha egy telített, tehát 1,2 g CaO/Liter töménységű, mészoldatba kohósalakport szórunk, akkor rövid idő múlva a folyadék mészkoncentrációja 0,2—0,3 g/Liter-re száll le. W. Köberich (9) megállapítja, hogy mindenkor a kohósalak sajátosságához kell szabni a portlandklinker (illetve kalciumoxid) mennyiségét, úgy, hogy mindig a legkedvezőbb lúgkoncentráció álljon be. Minden kohósalak a maga mésztartalmának megfelelően más-más klinkermennyiség (illetve kalciumoxid), beállítását kívánja, hogy a szilárdulási folyamathoz a legkedvezőbb lúgkoncentrációja legyen. Ha a salak CaO tartalma önmagában elég magas, akkor egy további klinker-(illetve kalciumoxid)-hozzáadás nemhogy emelné, hanem csökkenti a szilárdságot. Például Köberich (9) közli, hogy egy 45% CaO-tartalmú kohósalak 1% klinker-hozzáadással 28 napra 489 kg/cm² nyomószilárdságot adott, míg 4,5% klinker-tartalomnál csak 263 kg/cm² ért el. Bizonyos, hogy a kohósalak vegyi összetételéhez szabott CaO-értéket, amit a hozzáadott portlandklinker vagy más meszetleadó

adalék választ le, — túllépni nem szabad. Az elérhető húzó- és nyomószilárdság függvénye a klinker-adagolás helyes mértékének.

A gipszsalakcement szilárdulásakor keletkező vegyületek kalciumsulfoaluminathidrat természetű komplex-sók. Ettringit ásvány-név alatt a természetben is előfordul. Ennek a vegyületnek a stabilitási területe a 11 és 12,5 hidrogenionkoncentrációnál van. A gipszsalakcement kötése a 0,15—0,4 g CaO/Liter koncentrációjában történik, aminek pH értéke 11,5—12, tehát az Ettringitnek megfelelő. Ha azonban stöchiometrikiailag számítjuk az Ettringit képződésének reakcióját ($\text{Ca}_6\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{18} + 33 \text{H}_2\text{O}$) arra az eredményre jutunk, hogy elegendő volna kb. 4% Al_2O_3 és nem szükséges olyan magas alumíniumtartalom, mint amit a jó minőségű gipszsalakcement előállításához Kühl(11), Budnikoff (7) előírnak. Ennek magyarázata az, hogy a felesleges alumínium hidroxid gel formában ($\text{Al}(\text{OH})_3$) kiválik és a képződött Ettringitet az adalék anyagokkal ragasztja össze.

Ezen kémiai megállapítások ismerete igen fontos, mert ezek adnak útmutatást a gipszsalakcement gyártására, kezelésére és feldolgozására.

Az irányelvek következők:

a) A komponensek mennyiségét, tehát a gipsz + kohósalak + klinker arányát, laboratóriumban ki kell kísérletezni és gyártásnál szigorúan betartani.

b) Ne használjunk portlandklinker helyett mészhidrátot, ami frissen megfelelne, azonban raktározás alatt CO_2 abszorpciója miatt lugosságából veszít.

c) A gipszsalakcementet más kötőanyaggal, ami bármilyen formában CaO-ot tartalmaz, nem

szabad keverni, mivel a három komponensnek, a kohósalaknak, gipsznek, klinkernek pontosan kiszámított aránya megváltozik. Tehát sem meszet, sem portlandcementet, sem pernyét, szénsalakat vagy ezekhez hasonló anyagot nem szabad a betonhoz keverni, mert előbb vagy utóbb, de biztosan a cement duzzadásához és az építmény széteséséhez vezet. Ezért természetesen meghosszabított habarcsot (javított habarcsot) gipszsalakcementtel készíteni nem lehet.

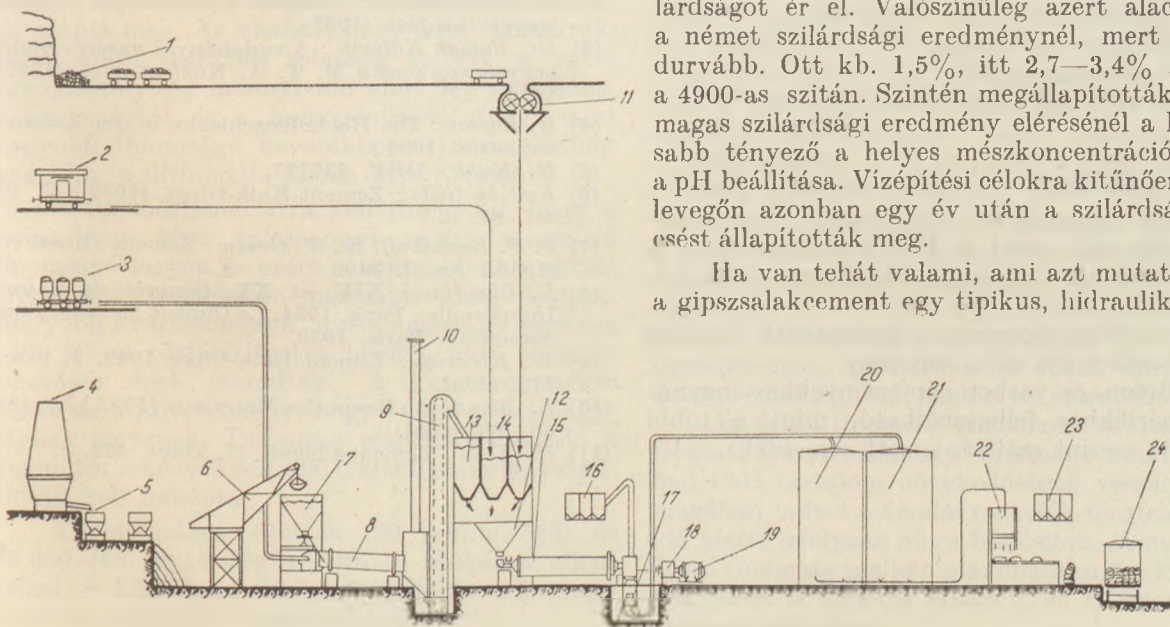
d) A raktározása csak korlátozott ideig tarthat. Maximálisan három hónapig. Ennek oka ismét a klinker szabad meszének CO_2 -vel való neutralizálódása. A hosszabb ideig raktározott gipszsalakcementet úgy lehet reaktíválni, hogy a betonkeverék vizébe egészen kevés (a cement mennyiségének 1%-át kitevő) hig mésztejet öntenek.

e) A gipszsalakcement raktározásánál ügyelni kell, hogy lehetőség szerint minél kisebb szabad felületen érintkezze a levegővel.

Általánosságban a gipszsalakcement jó tulajdonságai, amelyben a portlandcementet felülmúlja, a következők: csekélyebb kötési hő, kisebb zsugorodás és jó ellenállás a kémiai agresszivitás ellen, nevezetesen szulfáttartalmú talajvizek és tengervíz ellen. Kühl gipszsalakcementtel készített betonkockákat 18 évig áztatott tengervízben és nemhogy szétmentek volna, hanem szilárdságuk növekedett. Az acélt nem korrodeálja. Ugyancsak jó eredményekről kapunk jelentést a gipszsalakcement felhasználását illetően a Szovjetunióból, Olaszországból, Belgiumból és Franciaországból, ahol mindenütt hosszabb idő óta alkalmazták.

Csehszlovákiában nemrég kintjárt kartársaink szintén jó eredményekről számoltak be. A 18% Al_2O_3 tartalmú kohósalakkal készült gipszsalakcement 400 kg/cm² feletti nyomószilárdságot ér el. Valószínűleg azért alacsonyabb a német szilárdsági eredménynél, mert az őrlés durvább. Ott kb. 1,5%, itt 2,7—3,4% maradék a 4900-as szitán. Szintén megállapították, hogy a magas szilárdsági eredmény elérésénél a legfontosabb tényező a helyes mészkoncentráció, vagyis a pH beállítása. Vízépítési célokra kitűnően bevált, levegőn azonban egy év után a szilárdság visszaesést állapították meg.

Ha van tehát valami, ami azt mutatja, hogy a gipszsalakcement egy tipikus, hidraulikus kötő-



2. ábra. A gipszsalakcement gyártásának vázlata.

1. Anhidrit vagy gipsz. 2. Portlandcement. 3. Szénpor. 4. Nagyolvasztó. 5. Kohósalak. 6. Daru. 7. Nedves salak siló. 8. Szárító dob. 9. Felvonó. 10. Kémény. 11. Törő. 12. Etetőtölcsér. 13. Salak. 14. Gipsz. 15. Cementmalom. 16. Portalanítás. 17. Cera szivattyú. 18—19. Motormeghajtás. 20. Gipszcement. 21. Salak siló. 22. Csomagoló. 23. Portalanítás. 24. Szállítás.

anyag, akkor ezt viselkedése vízben, szabadban és száraz levegőn igazolja, amit Gáspár Géza, a műsz. tud. kand. előadása (1) és grafikonjai igazolnak.

A gipszsalakciment gyártási technológiájáról akarok még röviden szólni. A lehető legegyszerűbb. Csak őrlő és keverő-berendezésből áll és a kohósalak részére egy szárító dobból. Az újabb tapasztalatok szerint célszerű a gipszet és a portlandcimentet külön őrlőni és már poralakban vinni a kohósalakhoz a többkamrás csőmalomba, ahol a végső finomítás és keverés megtörténik.

A portlandcimentnél finomabbra kell őrlőni. Irodalmi adatok szerint $13,2 \times 2,4$ m méretű 3 kamrás malom a kohósalak, gipsz és portlandciment együttes őrlésekor 650 KW fogyasztás mellett 12 tó gipszsalakcimentet készített, ugyancsak a malom különőrlésnél 13,3 tonnát őrlött. A finomság mindkét esetben 1,5% maradék volt 4900-as szitán.

Ismeretes, hogy a portlandciment 1 tonnája kb. 100 kWó-t igényel, a gipszsalakciment csak kb. 50—55 kWó-rát. Tehát nemcsak az égetéshez szükséges hőenergia esik el, hanem a mechanikai energia is felére redukálódik.

A gyártás menetének sematikus rajzát a 2. sz. ábra mutatja.

Végül még megemlítem, hogy Németországban a „gipszsalakciment“ elnevezését az 1952. július hóban megjelent szabvánnyal megváltoztatták. „Szulfát kohócement“ a hivatalos neve. Háromféle minőségben készítik: SHZ 225, SHZ 325, és SHZ 425. A számok a 28 napos kg/cm^2 nyomószilárdságot jelentik.

A szulfát-kohócementnek legkevesebb 80% kohósalakot, legkevesebb 3% SO_3 -at és 4% portlandcimentet vagy más lúgos gerjesztőt kell tartalmaznia.

A szulfátkohócement gyártásához felhasznált kohósalaknak magas bázikuságúnak kell lenni és alumíniumoxid (Al_2O_3) tartalmának a minimális 13% alá nem szabad süllyedni. A szulfát-kohócement őrlési finomságának olyannak kell lenni, hogy a 0,09 Din 1171 szitán legfeljebb 5% maradék lehet. Térfogatállandóság, kötés és szilárdság tekintetében ugyanazon követelményeket írja elő, mint a Din 1164 szabvány a portlandcimentre, vasportlandcimentre és kohócementre.

A szulfátkohócement alkalmazását illetően a következőket írja elő a szabvány:

1. Beton- és vasbetonépítményekhez ugyanolyan mértékhez felhasználható, mint a többi DIN 1164 szerint szabványozott cementek.

2. A feldolgozásnál figyelembe veendő, hogy a vízszükséglete úgy a betonkeverésnél, mint az utókezelésnél magasabb, mint más szabványcementeké, ezért különösen alkalmas nagytömegű betontestek készítésére, különösen vízepítésnél.

3. A szulfátkohócementet nem szabad keverni más kötőanyaggal, sem szabványos cementekkel, sem mésszel, vagy gipszszel.

4. A szulfátkohócement ömlesztett szállításakor a feldolgozót figyelmeztetni kell a gyárnak a cement sajátos tulajdonságaira. (A zsákokban történő szállításnál ez a figyelmeztetés minden egyes zsákon rajta van).

Ezekben igyekeztem összefoglalni a gipszsalakciment gyártására, tulajdonságaira és feldolgozására vonatkozó ismereteinket a tudomány mai állásán. Azzal a cementfajtával, melyről azt állítják, hogy felfedezése az utolsó évtizedek legnagyobb eredménye a hidraulikus kötőanyagok területén, nekünk magyaroknak is foglalkozni kell. Kutató Intézeteink ellenőrizték le a most már bőséges irodalmi adatok helyességét, végzék el a kísérleteket hazai nyersanyagokkal, bányászaink váltsák be ígéretüket a gipsz- és anhidrit-termelésben, kohászaink pedig produkálnak olyan összetételű kohósalakot, mellyel a kötőanyag-ipart egy kitűnő alapanyaggal látják el. Ez a harmonikus együttműködés adhat az országnak a kitűzött építési feladatok eléréséhez olesó, minőségben kiváló, új cementfajtát.

Irodalom

- (1) *Gáspár Géza*: Új, különleges tulajdonságú cementek és kutatási irányai. Építőanyag 8—9. száma, 281. oldal.
- (2) *Bauma Viktor*: A gipsz előfordulása, bányászata és felhasználása. Mérnök Továbbképző Intézet jegyzet kiadása (1952).
- (3) *Dr. Balogh Kálmán*: A rudabányai vasércvonulat hegység szerkezete M. T. A. Közleményei (1952). V. 3.
- (4) *H. Passov*: Die Hochofenschlacke in der Zementindustrie (1908.)
- (5) *H. Kühl*: DRP. 237777.
- (6) *Keil és Gille*: Zement-Kalk-(Gipsz) (1949.) 2. füzet, 81. o.
- (7) *P. P. Budnikoff, K. W. Gusev*: Zement (Moszkva) (1936.) No. 7. 340.
- (8) *L. Blondiau*: XIV. et XV. Congrès de Chimie Industrielle; Paris, 1934. Le Ciment Metallurgique Sursulfaté, Paris, 1939.
- (9) *W. Köberich*: Zement-Kalk-(Gipsz) 1949, 2. füzet, 112. oldal.
- (10) *L. Blondiau*: Revue des Matériaux (1952.) Nr. 438. 65—69. oldal.
- (11) *H. Kühl*: Zement-Chemie II. kötet, 572. o.

A dolomit tűzállóipari alkalmazása

CSEER ARISZTID

(Befejező közlemény)

4. A nyersmassza őrlése

A bányából kikerült dolomitkőzetet előtörő berendezésen engedjük át. Ez rendszerint pofás-törő. Innen a dolomitzuzalék a tárolóhelyre kerül rétegekben elterítve, hogy a dolomit egyenletes összetételben kerüljön a felhasználásra. További előtörés hengerszéken, kalapácmalmom vagy gyűrűsmalmom történik. A durva őrlésből a dolomit max. 3 mm-es szemnagyságban kerül a finomórló berendezésbe.

A finomórlés célja nagy finomság elérése és ennek révén nagy reakciófelület és messzemenő homogenitás biztosítása.

A stabilizált dolomitklinker gyártásánál teljes CaO-lekötésre kell törekedni. Ez az égetés során történik meg és a sztöchiometrikus követelmények betartása mellett a teljes telítés fizikai előfeltételeit is biztosítani szükséges. A szilárd fázisban lejátszódó reakcióknál a teljes egyensúlyi állapot elérése a diffúziós sebességtől, a reakciópartnerek eloszlásának finomságától és egyenletességétől, valamint a reakció lefolytatására fordított időtől függ. A diffúzió sebességét elsősorban a hőmérséklet szabja meg. Az viszont, hogy adott hőmérsékleten, adott diffúziós sebesség mellett az egész agyagmennység mennyi idő alatt lép reakcióba, a finomságtól és a homogenitástól függ, mert nagyobb finomságú keverékben a reakciófelület nagyobb, a diffundáló anyag útja rövidebb.

A finomórlésnél arra kell törekedni, hogy a keverékben lévő valamennyi anyag megfelelő finomságú legyen és ezért a nehezebben aprítódó anyagokat megfelelően hosszabb ideig őrljük. Nagyobb kvarcsemcsék nyers masszába ágyazva 1400 C°-on történő tartós hevítés után is meglehetősen épek maradtak. A kvarcsemcsékre nézve az a követelmény, hogy 100 μ alatti nagyságúak legyenek. Talkumos stabilizálás esetén a dolomitőrleményeknek 200 μ alatti szemnagyságúaknak kell lenniök.

A finomságot 4900-as (90 lyukbőségű) és 10 000 (60 lyukbőségű) szitával szokásos ellenőrizni. A különböző őrlhetőség miatt a fennmaradó és áteső rész összetétele eltérő.

A megfelelő homogenitás biztosítása a finomórlóberendezésben való keverés útján érhető el. A különböző helyről vett minták összetételbeli megegyezése mértéke a homogenitásnak.

A nyersmassza finomórlése

A finomórlést végezhetjük szakaszosan vagy folyamatosan működő berendezéseken és mindkét esetben alkalmazható mind a száraz, mind a nedves őrlési eljárás.

Őrlésre a cementiparban használatos berendezéseket alkalmazzuk. Általában megfelel a kívánalmaknak száraz őrléssel előállított őrlemény is. Ily módon készült őrleményeket ugyanis lényegesen egyszerűbb összemérni, pontosabban állítható be a sztöchiometrikus arálynak megfelelő összetétel, ami a stabilizált dolomit gyártása esetén egyik leglényegesebb szempont. Ilyen szemponttól vezetve ezért a bányanedvesen bekerülő anyagot ki kell szárítani. A szárítóknál magasabb hőmérsékletű füstgázokat nyugodtan felhasználhatunk a nyersanyag kiszárítására, mert úgy a talkum, mint a dolomit bomlási hőmérséklete aránylag magasan van.

Adagolóberendezésnek a térfogatoss mérés elvén alapuló módszerek és berendezések nem használhatók, mert a töltési egyenetlenségek által okozott hiba túlhaladja a stabilizált dolomit gyártásánál megengedhető pontatlanságot. Ezért az egyedül megbízható mérés csak automata mérlegekkel érhető el. Ennél a magas beszerzési költség a dolomitgyártásnál szükséges biztonság figyelembevételével megtérül.

5. Nyersőrlemény ellenőrzése

A stabilizált dolomit gyártásánál igen fontos a nyersőrlemény kémiai összetételének ellenőrzése. Az ellenőrzés nagy fontosságát az a tény teszi szükségessé, hogy már 2% szabad CaO tartalmú klinker feldolgozása nagy selejttel jár. Ezért a nyersőrlemény mézstelenítési fokát mindig gondosan be kell állítani, mielőtt a kemencébe kerülne.

Az őrlési finomság ellenőrzése szintén fontos feladat. Durva szemcséjű őrlemény mindig a szabad CaO tartalom növekedésének veszélyét rejti magában, mivel a kémiai reakciók megfelelő rövid idő alatti lefolyása nincs biztosítva. A megkívánt őrlési finomság mellett maximálisan 5—8% maradék lehet a 4900-as szitán (105 C°-on szárított anyagra számítva).

Nedves eljárásnál a lehető legalacsonyabb víztartalmú iszap beállítása viszkozitás-méréssel biztosítható. A megengedhető legmagasabb viszkozitást kísérleti úton kell megállapítani.

6. A nyersörlemény homogenizálása

A nyersörlemény homogenizálása egyik legfontosabb feladat a stabilizált dolomittégla gyártásánál. Hiába tartjuk be az őrlési finomságot, a kémiai összetételt, a mésztelítettség fokot, ha a különböző nyersanyagok eloszlása egyenetlen. A csomósodás veszélye a homogenizálás fő problémája, ebből származik a legtöbb hiba a klinker gyártásánál. Ha ugyanis a keverékben csomók maradnak a dolomitból, stabilizálatlan fészkek keletkeznek, amelyek a gyártást a későbbiek folyamán rendkívül megnehezítik.

7. Klinker égetés

A stabilizált dolomitklinker égetésénél öt folyamat játszódik le :

1. a nedvesség eltávolítása a nyersmasszából,
2. a kémiailag kötött víz eltávolítása,
3. a dolomit CO_2 tartalmának eltávolítása,
4. a CaO lekötése a szilárd fázisban lejátszódó reakciók útján,
5. zsugorítás.

A dolomitban lévő magnéziumkarbonát termikus disszociációja már a kémiailag kötött víz eltávolítása előtt, illetve alatt lejátszódik, azonban a kalciumkarbonát csak később bomlik el. A szilárd fázisban lejátszódó kémiai reakciók mechanizmusáról nagyon keveset tudunk, azonban a reakciók lefolyása a nyersanyagok fizikai jellemzőitől mint pl. az őrlési finomság, kristályszerkezet, ásványi szerkezet, nagy mértékben függ. A lehető legnagyobb térfogatsúyra való zsugorítás nagyon fontos, hogy a belőle készült téglát utólagosan a használatban már ne zsugorodjék számottevő mértékben. Ezért a zsugorítás végső hőfoka $1600-1650^\circ\text{C}$ között legyen. Az égetést végig oxidáló légkörben kell lefolytatni. Redukáló közegben égetett klinker szilárdsága csekélyebb ugyanis, mint az oxidáló tűzben égetetté. A klinkerben lévő vasoxid, illetve dikkalciumferrit redukálódik és FeO válik ki, amely fayalit képződés mellett a szabad CaO tartalmat növeli. Ha a FeO feleslegben van jelen, a magnéziával minden arányban oldatot képez, mely a lágyuláspontot lényegesen leszálítja.

A dolomitklinker égetés kivitelezése

A klinker égetésére a cementgyáraknál használt kemencefajták mind alkalmasak. A gyártási technológia, a berendezések problémái közösek. Az égetésre a leggyakrabban használt a forgókemence. Lényeges, hogy egyenletes tulajdonságú és minőségű klinkert kapjunk. Ezt is elősegíti az, hogy az anyagot iszap formájában juttatjuk a kemencébe, biztosítva az egyenletes összekeverést és a legkisebb porképződést.

Az aknáskemencék alkalmazása éppen ezért kerülendő. Ezen kemencefajták közül csak a Magyar Technika 1947, 9. számában dr. Gottlieb I. cikkében közölt aknakeremence tarthat számot felhasználásra. Gyakorlati próbák eddig azonban nem történtek ezzel a kemencefajttal.

A stabilizált dolomit minőségét nagy mértékben befolyásolja a szennyezések mennyisége és

különösképpen az Al_2O_3 és Fe_2O_3 tartalom, ezért csak olaj- vagy gáztüzelés jöhet tekintetbe. Külföldön szokásos még alacsony hamutartalmú antracit használata is, ez azonban hazánkban nem jöhet számításba.

Az égetés hőmérséklete 1650°C körül van a stabilizált dolomitklinker gyártásánál. Ennek a betartása fontos, mert különben a tégláégetés alkalmasával jelentős zsugorodás lép fel, egyenetlen égetési hőmérséklet esetén pedig a zsugorodás már nem lesz egyenletes, így a kész téglák méreteiben eltérések fognak mutatkozni.

8. Stabilizált dolomitklinker ellenőrzése

A stabilizált dolomitklinker fajsúlya éppoly erősen ingadozó, mint az égetett dolomité. Általános vélemény szerint $2,4\text{ g/cm}^3$ az az átlagos térfogatsúly, melyet a klinkernek legalább el kell érnie. A térfogatsúly meghatározása azonban egy magában nem alkalmas módszer a klinker megfelelő minőségének ellenőrzésére. Erre elsősorban kémiai módszerek jönnek számításba, mert a klinker szabad CaO tartalma mind a klinker égetésének mérvére, mind további feldolgozhatóságára jellemző.

Fontosabb klinkerásványok fajsúlyai

β -dikkalciumszilikát	.....	3,28 g/cm^3
Trikalciumszilikát	.....	3,13 „
Brownmillerit	.....	3,77 „
Kalciumoxid	.....	3,32 „
Magnéziumoxid	.....	3,58 „
Dikkalciumferrit	.....	3,98 „

A szabad CaO kvalitatív kimutatása céljából kismennyiségű finoman tört klinkert helyeznek a mikroszkóp tárgylemezére és nitrobenzolban oldott fenollal (5 g/5 cm^3) megnedvesítik a mintát, majd két csepp vizet adnak hozzá. Szabad CaO tartalmú klinkernél Ca -fenolat keletkezik, melynek kristályai erősen kettőtörők, köteges formában jelentkeznek, és a szabad mész-szemcsékből sugáralakban indulnak ki. 150-szeres nagyításban keresztezett Nicolon vizsgálják. Nagyobb mennyiségű szabad CaO előfordulása esetén a kristályok keletkezése pár perc alatt megindul, kis mennyiség esetén a kristályok képződése kb. 1 óra után vehető észre.

Mennyiségi meghatározás szabad CaO tartalomra a glicerines módszerrel történik.

Optikai módszerek hosszadalmasságuk miatt nem jöhetnek számításba, mert a vékonycsiszolat elkészítése sok időt vesz igénybe. A klinkerásványokat maratással aránylag jól identifikálhatjuk. Az eljárás hátránya, hogy nem ad jó átlagot, mert csak egyes klinkerdarabok vizsgálhatók.

Röntgenográfiai módszer. A legalkalmasabb a klinker vizsgálatára. Nagy előnye gyorsaságán kívül, hogy poralakú anyagok vizsgálatára is alkalmas. Ezért jó átlageredményt ad. Hátránya, hogy kis mennyiségben előforduló anyagokat nem mutat ki. Előnye még, hogy röntgenvizsgálat útján a szemcseméretet is megállapíthatók.

8. táblázat

a) Marató oldatok táblázata

Marató anyag		Maratási idő
1.	Deszt. víz	2—10 mp
2.	HF konc	2—3 mp
3.	HF gőz	10—20 mp
4.	HF hígított 1 : 10	30—60 mp
5.	1% HNO ₃ izoamilalkoholban ...	5—15 mp
6.	1% HNO ₃ etilalkoholban	3—5 mp
7.	10 rész n-oxálsav + 90 rész etilalkohol	5—15 mp
8.	1%-os boraxoldat	10 perc
9.	0,4%-os boraxoldat	10 perc
10.	8 r. NaOH 10%-os + 2 r. Na ₂ HPO ₄ 10%	1 perc
11.	10%-os káliclór	15 mp
12.	1 : 1 alkohol ; víz	—
13.	1 : 3 alkohol ; víz	10 mp
14.	Alkohol + glikol	3 óra

(A marató oldatok hatását lásd a 9. táblázaton)

VIII. Stabilizált dolomitklinker feldolgozása

A stabilizált dolomitklinkert a hűtőből a tárolóba szállítják. A tároló lehet nyitott szín, de sokkal kedvezőbb, ha siló. Tárolás közben az esetleg jelenlevő kismennyiségű szabad CaO tartalom részben hidratizálódik, részben különböző kristályosodási folyamatok, az ú. n. „öregedés“ játszódhatnak le.

Ennek a folyamatnak később a téglagyártásánál van nagy jelentősége. Egyik legfontosabb folyamat a CaO hidratizációja a levegő víztartalmának és CO₂-jének hatására. Gyorsasága függ elsősorban a klinker szemnagyságától. Ezért az előtörés a folyamatot meggyorsítja. Mivel a sebességet befolyásoló tényezőkhöz tartozik a nedvesség is, használatos eljárás a klinker vízzel való gyenge permevezése. Nem hagyható figyelmen kívül a $\beta \rightarrow \gamma$ C₂S átalakulás sem.

A stabilizált klinker gyártásánál u. i. elővigyázatossági okokból az SiO₂ tartalmat kissé magasabbra állítjuk be, mint a 3 CaO. SiO₂ képződéshez, szükséges, ezért mindig 2 CaO. SiO₂ is van jelen. Bár „stabilizátorok“ adagolásával a

C₂S $\beta \rightarrow \gamma$ átalakulását jelentősen csökkenthetjük, kisebb mértékben mégis megtörténhet.

Mindezek a folyamatok a téglagyártás későbbi során jelentősen befolyásolják a gyártási selejt mennyiségét. Mindkét folyamat utólagos lejátszódása a formadarabban, mind a téglaszárításánál, mind az égetésnél repedésre vezethet.

Másik technikai szempontból lényeges hatása a tárolásnak, hogy az üvegfázis, mely a klinkergyártásánál többé-kevésbé fellép, a benne levő feszültség hatására szétesik. Ez természetesen az őrlési energiaszükségletet csökkenti a későbbiek folyamán.

1. A stabilizált dolomittégla kémiai összetétele

A klinker kémiai összetétele erősen függ az alkalmazott stabilizálási módszertől. Fontos a mésztelítettségi fok állandó ellenőrzése. A kémiai elemzés csupán arra ad felvilágosítást, hogy az anyag összetétele megfelel-e a CaO teljes lekötése szempontjából szükséges sztöchiometrikus arálynak.

Ezért a szabad CaO meghatározása nagyon fontos, (lásd ellenőrzés) a 2%-ot nem haladhatja meg. A teljes kémiai analízis sem hanyagolható el, mert az SiO₂ mellett levő szennyezések a kész téglaminőségét hátrányosan befolyásolják.

2. Őrlés

A tárolóból kikerült klinker őrlése a magnezitgyártásnál használatos berendezésekkel történik. Az őrlés célja, hogy megfelelő aprító eljárással olyan különböző szemcseátmérőjű anyagokat készítsünk, hogy a térkitöltés a legkedvezőbb legyen és az anyagot a kívánt formázásra alkalmas állapotba hozza. Az őrlés útján nyert őrléményből három különböző szemcse nagyságú frakciót különítünk el. Ezeket azon célból, hogy meghatározott súlyviszonyok szerint kell összekevernünk. A keverékek szemcseösszetétele a következő értékek között mozog:

durva 0,5 mm-ig	55—75%
közepes 0,2—0,5 mm-ig	15—5 %
finom 0,2 mm alatt	40—20%

9. táblázat

Marató oldatok hatása

Klinkerásvány	1	2 3	4	5 6 7	8	9	10	11
Trikalciumszilikát	—	/	/	+	—	+	+	+
α — dikalciumszilikát	—	+	+	+	—	—	—	—
β — dikalciumszilikát	—	+	+	+	—	—	—	—
γ — dikalciumszilikát	—	+	+	+	—	—	—	—
trikalciumaluminát	+	/	/	—	—	—	—	—
brownmillerit	—	/	/	—	—	—	—	+
dikalciumferrit	—	+	+	—	—	—	—	—
12,7 kalciumaluminát	—	/	/	—	—	—	+	+
szabad kalciumoxid	+	—	+	+	—	+	+	+

+ = erős színeződés ; / = gyenge színeződés ; — = nincs színeződés

Az így összemért őrleményt megfelelő keverőben, — amely lehet Eirich-rendszerű, vagy keverő görgőjárat — nedvesítjük. A nedvességtartalom hidraulikus sajtolásnál 4% körül van. A nedvesített keveréket célszerű hosszabb-rövidebb ideig pihentetni. Ha a keverés lapátos keverőben és nem a fent leírt típusú keverőben történt, az őrleményt homogenizálni is kell, azaz a keverésnél keletkező csomókat el kell távolítanunk. Ez rendszerint sima hengerek között, megfelelő résnyílás beállításával történik.

3. Formázás

A nedvesített keverékek formázása történhet hidraulikus, vagy mechanikus sajtolás útján, bonyolultabb formák esetén pedig légkalapáccsal. Mivel a víztartalomra vonatkozó igény függ a sajtolási nyomástól, kézfomázás esetén a nedvességnek magasabbnak, kb. 6%-nak kell lennie. Ezenkívül szokásos még különböző ragasztóanyagokat is nedvesítéskor a keverékbe juttatni, mint pl. szulfittlúg, dextrin, stb. Hidraulikus sajtolásnál az alkalmazott sajtolási nyomás 700—1200 kg/cm².

A sajtolási nyomás hatása elsősorban porozitáscsökkentés, u. i. állandó víztartalmat véve alapul, a sajtolási nyomás emelésével a téglák porozitása csökken, azonban a sajtolási nyomásnak a szemcsék törési szilárdsága fölé való emelése azok összetörésével jár.

4. Az idomszárítás

A szárítás célja, hogy a kifomázott téglák nedvességét eltávolítsa, annak kellő nyers szilárdságot adjon, hogy a további kezelésnél, illetve a kemencében repedés ne lépjen föl. Bár a téglák nedvességtartalma, — miként a nyers magnezittégláknál — alacsony, a dolomittéglák szárítása mégis komoly nehézségekkel jár. Az itt felmerülő nehézségek még nem egészen tisztázottak, mert az itt lejátszódó folyamatok a magnezitszárításnál jelentkező folyamatoknál bonyolultabbak. A trikalcium és dikalciumszilikát u. i. a víz hatására — miként a cementben — hidratizálódik és a dolomitból, illetve a talkumból bekerülő mag-

néziumoxid a folyamatot még bonyolultabbá teszi. Krómérces stabilizálásnál a jelentkező 2 CaO · Cr₂O₃ szintén hidratizálódik, aminek a befolyása a szárításnál fellépő repedésekre épp olyan tisztázatlan, mint a kalciumszilikátoké.

Természetesen a hibás gyártástól fennmaradó szabad CaO is káros hatású. Megállapították azonban, hogy a szárítási selejthányad 60 C°-on tiszta száraz légáramban végzett szárítás esetén alacsony. Égetésnél épp úgy, mint a szárításnál a dolomittégla hajlamos arra, hogy megrepedezzen. A szárítást max. 0,2% nedvességtartalomig kell végezni.

5. Az idomégetés

Az égetés kamrás, vagy alagútkemencében, olaj, vagy generátorgáz-fűtéssel történik. Az égetési hőmérséklet különböző helyeken más és más általában, 1450—1530 C°. Alacsonyabb hőfokon általában kamráskemencékben égetnek és ebben az esetben az idomok a maximális hőmérsékleten legalább 24 órán át tartandók. Túl alacsony égetési hőmérsékletnél, vagyis ha a hőmérséklet csak kb. 1300 C°-ot ér el, a téglákban nagymennyiségű szabad CaO keletkezik, amely a tárolás folyamán könnyen szétmállásra vezet. Ennek oka, mint már a 3 CaO · SiO₂-nél tárgyaltuk, hogy a 3 CaO · SiO₂ bomlása 1200 C° körül 2 CaO · SiO₂ és szabad CaO keletkezésére vezet. 1400 C° körül újra 3 CaO · SiO₂ keletkezik, a szabad CaO tartalom eltűnik és így a téglák tárolás alatt nem is málik el. Az, hogy a téglák kellő magas hőfokon lett-e kiegészítve, megállapítható a zsugorodásból is, amely egy 230 mm-es normáltéglánál kb. 5 mm-t tesz ki. Az égetésnél, ha az kellő magas hőmérsékleten történt, rekristallizálódás jelentkezik, ami onnan is látható, hogy az ilyen téglákon a szemcsézet szinte teljesen eltűnik, egyidejűleg pedig a szilárdsága eléri, sőt túl is haladja a magnezittégla szilárdságát.

IX. A stabilizált dolomittégla tulajdonságai

A különböző stabilizálási eljárással készített téglák fizikai tulajdonságait az alábbi táblázat mutatja:

10. táblázat

	Kvarccal	Talkummal	Szerpentinnel	Krómércel
	s t a b i l i z á l t			
Térfogatsúly	2,58	2,66	2,58	2,46
Vizfelvőképesség	9,64	7,67	—	13,75
Látszólagos porozitás	24,64	20,38	—	31,35
Nyomási szilárdság kg/cm ²	266	641	650	—
Lágyulási hőmérséklet 2 kg/cm ² terhelésnél:				
t_0 C°	1470	1480	1540	1420
t_a C°	1540	1610	1610	1540
t_e C°	1560	1640	1680	1620
Utánzsugorodás 1500 C°	—	—	0,0	—
Tartós terhelés alatti lágyulás 1 kg/cm ² terhelésnél	—	—	32 perc alatt összenyomódott	—

A talkummal, illetve szerpentinnel stabilizált dolomittégla nagyjából 3 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ -ból és MgO -ból áll. Az összes stabilizált dolomittéglák porozitása és áteresztőképessége megfelel a magnezittéglaénak. Üzemközben azonban a térfogat-állandósága magas hőmérsékleten 1600°C körül az utóbbiéénál gyengébb. Hideg nyomószilárdsága és lágyulási hőmérséklete is aránylag magas, hőingadozásokkal szemben tanúsított ellenállása általában a kereskedelmi minőségű magnezittégláéval azonos, vagy rosszabb.

Ezeket a tulajdonságokat kívül acélművek részére az alábbi ismereteknek van még jelentőségük.

Hővezetőképesség. A 300°C átlagos hőmérséklet mellett a stabilizált dolomittégla hővezetőképessége $1,86 \text{ Kal/mh }^\circ\text{C}$ szemben a magnezit $3,1 \text{ Kal/mh }^\circ\text{C}$ hővezetőképességével. Ezért a SM vagy ívfénykemencék fenekén a magnezittéglának dolomittéglával való helyettesítése bizonyos fokú hőszigeteléssel jár.

Fajhő. A stabilizált dolomittégla fajhője, mint azt $20\text{—}750^\circ\text{C}$ hőmérséklet között megállapították, $0,225 \text{ Kal/kg}$, tehát közel áll a legtöbb samot és szilikatégla fajhőjéhez.

Hőkiterjedés. $20\text{—}1000^\circ\text{C}$ közötti hőmérsékleten a stabilizált dolomittégla hőkiterjedése $1,3\%$, tehát kb. megegyezik a magnezittégláéval.

Salakállóság. A dolomittéglának jó az ellenállóképessége az olvasztott acéllal szemben, viszont a vasoxid és mésztartalmú salakokkal szemben gyengébb, mint a magnezité, vagy az égetett dolomité.

Szabad mész. Jól stabilizált dolomittéglában glicerines vizsgálat nem mutat ki számottevő szabad CaO tartalmat és az ilyen téglák nem csikszét 24 órás forrásban lévő vízben való kezelés után sem.

X. Összetett dolomittégla

A tiszta stabilizált dolomittégla tulajdonságaiban nem éri el a magnezittéglák jó salakállóságát és a hőingadozásokkal szemben való ellenállása is csekély. A jó hőingadozási ellenállást úgy érik el, hogy a dolomittégla közepes szemcsézetét vagy durva szemcsézetét helyettesítik a megfelelő magnezit szemcsével. Ily módon a hőingadozásokkal szembeni ellenállások száma 2 -ről 30 -ig emelhető fel.

A keverékek összetételétől eltekintve, az ilyen téglák gyártási technológiája megegyezik a közönséges dolomittégláéval. Szokásos volt még olyan tégláknak a gyártása is, melyben valamely szemcsefrakciót krómércel helyettesítettek, míg a másik végletet az olyan magnezittéglák képezték, ahol a magnezittartalom $20\text{—}40\%$ -át stabilizált dolomittal helyettesítették. Ez utóbbiak gyártási technológiája a magnezittégláéval azonos, azzal az eltéréssel, hogy az adag összetétele megváltozik.

Összetett dolomittégla tulajdonságai

Egy talkummal stabilizált, 20% -os magnezittal javított dolomittégla kémiai analízise a következő:

SiO_2	11,96%
Fe_2O_3	3,24%
Al_2O_3	1,60%
CaO	31,40%
MgO	51,60%
Izz. vesz.	0,14%

Tulajdonságai nem térnek el jelentősen a stabilizált dolomittégláétól, de a hőingadozásokkal szemben tanúsított ellenállása jobb. Az előzőekben említett magnezit-dolomittégla, melynél a magnezittartalom $40\text{—}80\%$ -ig terjed, magasabb lágyulásponttal rendelkezik és kitűnő a hőingadozással szemben tanúsított ellenállóképessége is. Salakellenállóképességük a magnezittartalom emelkedésével javul és alig marad el a magnezittégláétól 80% magnezit, 20% stabilizált dolomit összetétel esetén.

Nagyméretű billenőkemencék hátsó falán végzett üzemi kísérletek azt mutatták, hogy az előbb említett 80% magnezit 20% stabilizált dolomit összetételű téglák élettartama megegyezik a króm-magnezitével, míg a 60% magnezit, 40% stabilizált dolomit esetén a salakellenállóság kedvezőtlenebb.

XI. Krómdolomittégla

Az égetett dolomittal a krómérc nem használható fel téglák gyártására, mert $2 \text{ CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ keletkezik, amely a krómérc szövetét megbontja. Alkalmazásnál a fölös mennyiségben jelenlévő FeO a magas hőmérsékleten alacsony op. olvadáspontok képzésére vezet és a téglák lágyulásontja jelentősen lecsökken. A krómérc kötőanyagául csak $2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$ és $2 \text{ CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ formájában stabilizált dolomitot lehet felhasználni. A fentemlített okoknál fogva nem gazdaságos a gyártása és kellő tartósságot sem lehet elérni. Ezért a további részletes tárgyalásától eltekintünk.

XII. A dolomittégla felhasználása

Az első eredményes kísérleteket a stabilizált dolomittéglával 1934 -ben végezték. Ezek a kísérletek azt mutatták, hogy a stabilizált dolomittégla bázikus SM kemencék csapolásainál nem marad el használhatóságban a magnezittégla mögött. A további kutatások és gyakorlati kísérletek eredményeként álló SM kemencék teljes tüztér alatti részére, a hátsó és végpárkányzatára is alkalmazzák. Billenőkemencéknél hasonló helyeken alkalmazzák jó eredménnyel. Ívfénykemencék fenékalazására is jól megfelel és egyenértékű a közönséges magnezittégláéval. Olyan speciális kemencéknél, ahol a samottégla túlzott igénybevételnek van kitéve, használata előnyös.

A félstabil dolomittéglák kitűnő eredménnyel alkalmazhatók úgy a SM kemencék, mint az ívfénykemencék oldalfalain és ezen a helyen túl is

szárnyalják akár a magnezit, akár a krómmagnezittéglákat. Nagy előnyük a krómmagnezittéglával szemben, hogy az acélnak krómot nem adnak le. Gyakran alkalmazzák az SM és ívfénykemencék oldalfalainál a kátrányos félstabil dolomittéglát, mely irodalmi adatok szerint hosszú élettartammal bír. (Magnezit 2—3-szorosa.)

Tekintve, hogy a félstabil dolomittéglák csak rövid ideig tárolhatók, magában az acélműben gyártják, ahol különben is berendezkedtek a bázikus Bessemer-konverterek részére gyártott ilyen téglák és fenéklapok készítésére. Legújabb irodalmi adatok szerint adalék nélkül gyártott félstabil égetett dolomittéglák kiválóan alkalmasak oxigén-frissítéssel dolgozó kemencék, főleg ívfénykemencék kifalazására. Ezek a helyeken a magnezitbélés tartósságát kb. $2 \times$ múlja felül. Általában azonban legelterjedtebb az égetett örölt dolomit használata szárazon vagy kátrányos dögölve, az oldalfalanknál. Jól elkészített falak tartóssága azonos a magnezittéglával.

1. Bázikus öntőüst bélelése

Az utóbbi időben széleskörű kutatásokat kezdtek el, hogy az öntőüstök bélelésére bázikus tűzállóanyagokat, főképp stabilizált dolomitklinkert vagy téglát alkalmazzanak. A kutatások célja a megnövekedett tartósságon kívül a következő volt:

1. csökkenteni a mangán veszteségét,
2. csökkenteni a foszfortartalmat,
3. általában tisztább acélt nyerni.

A kezdeti kísérletek irodalmi adatok szerint jó eredménnyel végződtek, azonban folytatni kell a probléma teljes megoldásáig, hogy a közönséges samottbélést helyettesíteni lehessen. A legnagyobb nehézség a salaknak a nagymértékű tapadása miatt volt, ami által az öntőüst befogadóképessége csökken. Az első magyarázat erre vonatkozólag az volt, hogy az alkalmazott téglák jó hővezetőképessége következtében a salak gyorsan hűl le a kísérletnél, azért a továbbiakban nyers stabilizált dolomittéglát használtak fel, melynek hővezetőképessége és a fajhője a vizsgálatok szerint közel megegyező a közönséges samottéglával.

Eltérés csupán a magas térfogatsúlyban volt, amely a stabilizált dolomittéglánál kb. 2,4 körül van, míg a samottnál 1,9 körül ingadozik. Éppen ezért a salak fokozott megmerevedése a falazat nagyobb hőkapacitása miatt állhatott csak elő. A másik eltérés az, hogy a stabilizált dolomit a salak olvadáspontját emeli és fokozza a salak tapadóképességét, amíg a samottéglák csökkentik a salak olvadási hőmérsékletét. A salakréteg vastagsága az üzemi feltételektől függ és az adatok szerint 6 mm-t is elérhet olvasztásonként.

Hat olvasztás után a felrakódott salakréteget el kell távolítani. Ez általában elég könnyen megy, de egyúttal a téglák felülete is megsérül és néhány tisztítás után az öntőüst belésfelülete annyira durvává válik, hogy a további üzembentartás veszélyes. Az eddigi kísérletekhez az öntőüst bélelésére 1 tonnás méretig örölt stabilizált dolomit

dögölőanyagot használtak. 80 tonnás üstöknél égetetlen stabilizált dolomittéglát használtak és az elért tartósság ebben az esetben 2—3-szorosa volt a samottégláénak, egyúttal a fentemlített előnyökkel is rendelkezett. Az adatok szerint további kísérletek folynak a salakkal szemben mutatkozó nehézségnek a kiküszöbölésére és pedig különböző összetételű dolomittéglák segítségével. Ha ezek a kísérletek sikerrel járnak, az öntőüstök kihasználása jelentősen javulni fog és különösen az alacsony széntartalmú acélokhoz fog nagy segítséget jelenteni.

A problémához hozzátartozik még, hogy a bázikus téglák samottéglával nem építhetők össze, ill. csak egy meghatározott alacsony hőfokhatárig lehetnek egymás mellett az érintkező felületek olvadásának veszélye nélkül. Ebben az esetben a reakció a samot öntőkaugyó és a beépített dolomitbélés között indulhat meg, aminek megakadályozása szintén megoldandó. Ezen nagy mértékben fog segíteni a szillimanit üstkaugyó, amely 1600—1650 C°-ig építhető össze stabilizált dolomittéglával.

A bázikus öntőüstök bevezetése a fentemlített nehézségek kiküszöbölése után az acélok minőségének javítására nagy befolyással lesz.

Legfontosabb mindenesetre a salak tapadásának kiküszöbölése, ill. megfelelő típusú stabilizált dolomit kiválasztása az öntőüst bélelésére.

2. Dögölőmasszák és habarcsok

S. M. kemencék csapolónyilásának javításánál, vagy építésénél durva szemcsészetű dögölőmasszát alkalmaznak, különböző kötőanyagokkal. Ezek szemcsészete kb. megfelel a téglagyártásnál használt szemeseösszetételnek. Kis öntőüst béleléseknél ugyancsak ilyen stabilizált dolomit dögölőmasszát használnak. Ezek különösen aránylag kis hővezetőképességükkel tűnnek ki. Hőkitérjedésük is megfelel a célnak. Sokat ígérő a dögölőmasszák alkalmazása a kúpolók bélelése terén is. Itt stabilizált dolomitot alkalmaznak. Az eddigi kísérleti eredmények alapján feltételezhető, hogy a kén és foszfor mennyiségét jelentősen lehet csökkenteni, a nyersvasnál, ami az egész acélgártás terén gyökeres változásokat idézhet elő.

A dolomittéglával történő falazás alkalmával különös figyelmet kell szentelni a kötéshez felhasznált habarcs anyagára. A magnezittégláknál szokásos vaslemezkötés itt nem használható, mert a dolomittéglák a keletkező vasoxid elsalakosító hatásával szemben érzékeny. A stabilizált dolomittéglával való falazásnál, ezért vagy szárazon, vagy leggyorsabban finomra örölt, vízzel nedvesített habarcsot alkalmaznak.

A félstabil dolomittéglát nedves habarccsal kötni nem lehet, ezért vagy szárazon, vagy olajos habarccsal falazzák. Elektrokemencék falazásánál az eddigi tapasztalat az volt, hogy az alkalmazott habarcsból a falazat tartóssága nagy mértékben függ. Ezért különösen nagy igénybevételű helyeken félstabil dolomittégláknál nagy gond fordítandó a felhasználásra kerülő habarcsra.

XIII. Dolomittéglák ásványtani összetételének megállapítása számítás útján

Számítás menete

Az ásványtani összetétel nagymértékben befolyásolja a dolomittégla viselkedését magas hőmérsékleten történő használat közben. Ezért szükséges megállapítani az ásványi összetételt. Számos vegyület jelenléte és mennyisége röntgenvizsgálat útján nem állapítható meg, ha kis mennyiségben van jelen. Ennek jellemzésére közöljük H. Kühl összeállításában a minimális ásványmennyiséget, amelyek röntgennel még észrevehető interferenciát adnak.

11. táblázat

Interferencia lehetősége a fontosabb klinkerásványoknak

Vegyület	Interferencia erősség	Minimális kimutatható tartalom
Kalciumoxid	Erős ↓ Gyenge	2,5%
Magnéziumoxid		2,5%
Trikalciumaluminát		6,0%
Trikalciumszilikát		8,0%
B-Dikalciumaluminát		15,0%
Brownmillerit		15,0%

Ezért, ha a fenti mennyiségeknél kevesebb van jelen, számítás útján kell elvégeznünk az összetétel meghatározását. Ez az egyensúlyi állapot-ábrák segítségével hajtható végre.

Az oxidos elemzés által megadott CaO értékéből levonjuk az aktív CaO mennyiségét. A kapott eredményt és a többi súlyszázalékban megadott értéket elosztjuk az illető anyag molekuláris súlyával. Ezután a CaO molekuláris arányszámát elosztjuk az SiO₂ molekuláris arányszámával. Dolomit esetében ennek az értéknek mindig 2 felett kell lennie.

Ezután kiszámítjuk a dikalciumszilikát mennyiségét és az ehhez szükséges CaO mennyiséget levonjuk az összes CaO mennyiségéből. A kapott maradék (molekula-arányban kifejezett) CaO tartalmat ismét elosztjuk a molekuláris súlyával és ha Al₂O₃-at tartalmaz az anyag Fe₂O₃-dal egyidejűleg, a kapott molekula arányt elosztjuk négygel. Így megkapjuk, hogy a CaO teljes mennyisége fog-e lekötődni a brownmillerithez, vagy marad-e a felesleg. Amennyiben a kapott „L”-érték kisebb, mint az Al₂O₃, vagy Fe₂O₃ molekuláris aránya, úgy az egész CaO le fog kötődni. Ez azonban, ha helyes volt a nyersanyagok összemérése, nem történik meg. Általánosabb eset, hogy az Al₂O₃ mol. aránya kisebb, mint az „L” értéke és az Fe₂O₃ mol. aránya. Ebben az esetben a brownmillerit összetevőinek mennyiségi kiszámítása után Fe₂O₃ és CaO marad vissza. Amennyiben ezek molekuláris aránya 2 felett van, ami a gyakori eset, dikalciumferrit keletkezik. Egyes esetekben pl. talkummal stabilizált dolomittégláknál ezek után is jelentős mennyiségű CaO marad vissza, mely trikalciumszilikát formájában kötődik le.

12. táblázat

Ásványok egyensúlyi kialakulásainak táblázatos összeállítása

A CaO : SiO₂ molekuláris aránya 2 felett van

Sorszám	L: Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ mol-aránya	CaO : Fe ₂ O ₃ CaO : C ₂ S molekuláris aránya	Keletkező ásványok
1.	L kisebb, mint Al ₂ O ₃ és Fe ₂ O ₃ ...	— —	C ₂ S, C ₄ AF, MA MF MgO
2.	L kisebb, mint Fe ₂ O ₃ és nagyobb, mint Al ₂ O ₃	0. —2,0 —	C ₂ S, C ₄ AF C ₂ F MF MgO
3.	Ugyanaz	2 felett 0—1	C ₃ S, C ₂ S, C ₄ F, C ₃ F, MgO
4.	Ugyanaz	2 felett 1	C ₃ S, C ₄ AF, C ₂ F, MgO
5.	Ugyanaz	2 felett 1-nél nagyobb	C ₃ S, C ₄ AF, C ₂ F, CaO, MgO

13. táblázat

A CaO : SiO₂ molekuláris aránya 2 felett van

L értéke kisebb, mint az Al₂O₃ és nagyobb, mint az Fe₂O₃ molekuláris aránya

Sorszám	CaO : Al ₂ O ₃	CaO : C ₂ S	Keletkező ásványok				
	molekuláris aránya						
1.	0 1,0	—	C ₂ S	C ₄ AF	CA	MA	MgO
2.	1 — 1,67	—	C ₂ S	C ₄ AF	CA	CA ₅ A ₃	MgO
3.	1,67	—	C ₂ S	C ₄ AF	C ₅ A ₃	MgO	
4.	1,67—3,0	—	C ₂ S	C ₄ AF	C ₅ A ₃	C ₃ A	MgO
5.	3,0	—	C ₂ S	C ₄ AF	C ₃ A	MgO	
6.	3,0 felett	0 —1,0	C ₃ S	C ₂ S	C ₄ AF	C ₃ A	MgO
7.	U. a.	1,0	C ₃ S	C ₄ AF	C ₃ A	MgO	

A CaO : SiO₂ molekuláris aránya 2 felett van

14. táblázat

Sorszám	L	CaO:Fe ₂ O ₃	CaO:Cr ₂ O ₃	CaO:C ₂ S	Keletkező ásványok					
		molekuláris aránya								
1.	Kisebb, mint Al ₂ O ₃ és Fe ₂ O ₃ mol-aránya ...	—	—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	MA,	MF,	MK,	MgO
2.	Kisebb, mint Fe ₂ O ₃ és na- gyobb, mint Al ₂ O ₃ mol- aránya	0—2,0	—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ F,	MF,	MK,	MgO
3.	Ugyanaz	2 felett	0—1,0	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ F,	CK,	MK,	MgO
4.	Ugyanaz	2 felett	1—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ F,	CK,	MgO	
5.	Ugyanaz	2 felett	1—2	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ F,	CK,	C ₂ K,	MgO
6.	Ugyanaz	2 felett	2—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ F,	C ₂ K,	MgO	
7.	Ugyanaz	2 felett	2 felett	0—1	C ₂ S,	C ₃ S,	C ₄ AF,	C ₂ F,	C ₂ K,	MgO
8.	Ugyanaz	2 felett	2 felett	1—	C ₃ S,	C ₄ AF,	C ₂ F,	C ₂ K,	MgO	

A CaO : SiO₂ molekuláris aránya 2 felett van

15. táblázat

L értéke kisebb, mint az Al₂O₃ és nagyobb, mint az Fe₂O₃ molekuláris aránya

Sorszám	CaO : Cr ₂ O ₃	CaO : Al ₂ O ₃	CaO : C ₂ S	Keletkező ásványok						
		molekuláris aránya								
1.	0 —1,0	—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	CK,	MA,	MK,	MgO	
2.	1,0	—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	CK,	MA,	MgO		
3.	1,0—2,0	—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	CK,	MA,	MgO	
4.	2,0	—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	MA,	MgO		
5.	2 felett	0—1,0	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	CA,	MA,	MgO	
6.	2 felett	1—	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	CA,	MgO		
7.	2 felett	1—1,67	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	C ₅ A ₃ ,	CA,	MgO	
8.	2 felett	1,67	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	C ₅ A ₃ ,	MgO		
9.	2 felett	1,67—3,0	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	C ₅ A ₃ ,	C ₃ A,	MgO	
10.	2 felett	3,0	—	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	C ₃ A,	MgO		
11.	2 felett	3 — felett	0—1,0	C ₃ S,	C ₂ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	C ₃ A,	MgO	
12.	2 felett	3 — felett	1—	C ₃ S,	C ₄ AF,	C ₂ K,	C ₃ A,	MgO		

Krómoxyd jelenlétében, krómércel stabilizált dolomittéglánál a számítás úgy módosul, hogy a dikalciumferrit keletkezése után maradós CaO és Cr₂O₃ mennyiségi arányától függően mono-, illetve dikalciumkromát keletkezik. Ha a dikalciumkromát keletkezése után CaO marad vissza, úgy az trikalciumszilikát formájában kötődik le.

A számítás nem ad minden esetben használható eredményt, mert a teljes egyensúly beálltát tételezi fel. Ez sok esetben nem jöhet létre. Számítás útján pl. nem határozható meg a magnezit adalékos stabilizált dolomittégla ásványtani összetétele, mivel a magnezitet durva szemese formájában adagoljuk a keverékbe. Éppen ezért a számítások elvégzése előtt, mindig gondosan tanulmányozni kell, hogy az érvényes-e a megadott anyagra. Ilyen esetben megközelítő eredmények érhetők el, ha a nyersanyagok összetételét állapítjuk meg és figyelemmel vagyunk a diffúzió lehetőségére.

Irodalom

- H. Kühl : Zement-Chemie I+II.
P. P. Budnikov, L. G. Gulina : Juorn. Prikladnoj Chimii (1937.) 797—806. oldal.
Na. A. Toropov, N. A. Sisakov, L. D. Merkov : Cement (Moszkva) (1937.) 28—34. oldal.
W. Eitel : Zement (1938.) 455—59. és 469—72. oldal.
E. Schirm : T. I. Zg. (1937.) 98—102., 1207—10., 1224—26., 1237—38. oldal.
I. A. Alexandrov : Cement (Moszkva) 1936, 27—33. és 37—44. oldal.
J. H. Chesters : Steelplant Refractories (1946.) 103—124., 421—423. oldal.
M. G. Semper : Cement (1936.) 127—129. oldal.
W. A. Kind : Cement (Moszkva) 1936, 26—28. oldal.
J. R. Rait : Basic Refractories 241—245., 251., 257—259, 265. oldal.
W. S. Guljajev : Prom. stroit. mater. (1939.) 70—78. oldal.
Dr. Ing. Saueressig : Gewinnung, Aufbereitung Talk. Talkmagnesit u. Glimertalkum 14—19., 21—27. oldal.
Dr. Gottlieb J. : Magyar Technika (1947.) 9., 70—72. oldal.
Cser A. : Bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai. Kohászati Lapok (1953.) 6., 138—143. old.

СОДЕРЖАНИЕ:

	сторона
Конференция исследователей промышленности строительных материалов	
Произнесенные выступления на конференции, проведенной 14-го ноября 1953 года	
Выступления к докладу Геза Гашпара: Новые виды цементов, имеющих особые качества, и направление исследований	1
Эндре Беречки, Др. Имре Весселы, Дезде Надь	
Выступления к докладу Мора Кораха: Тоннельная печь и скоростный обжиг „сэндвич“	6
Ласло Матяшовски, Дюла Бреда	
Ответ Мора Кораха Ласло Матяшовскому	
Ответ Мора Кораха Дюла Бреду	
Выступления к докладу Иштвана Гомперца: Советские теории сушки и исследовательские задания по сушке	13
Др. Янош Алберт, Ене Кираль	
Выступления к докладу Ласло Пентека: Испытания многократного обжига в вращающихся печах цементной промышленности ...	17
Йозеф Талабер, Дзсула Кулчар, Кароль Маер, Бела Беке, Ласло Сабо	
Выступления к докладу Золтана Эдеда: Некоторые интересные результаты советских научных исследований в области промышленности строительных материалов	21
Ласло Кордик, Дердь Ласло, Ответ Золтана Эдеда	
Выступления к докладу Ференца Рошивалла: Результаты лабораторного исследования новых строительных материалов	27
Тибор Ейхнер, Ласло Малнаи, Тибор Валинт	
Др. Имре Весселы: Гипсошлакоцемент (Сульфатный цемент из доменного шлака)	29
Аристид Чер: Применение доломита в огнеупорном производстве (Продолжение)	33

CONTENU:

	Nos. Pages
Conférence des Chercheurs de l'Industrie des Matériaux de Construction	
Contributions à la conférence tenue le 14 novembre 1953.	
Contributions au compte-rendu de Géza Gáspár: „Nouveaux ciments de propriétés spéciales et les directions des recherches“	1
Endre Bereczky, Dr. Imre Wessely, Dezső Nagy	
Contributions au compte-rendu de Mór Korach: „Le four à tunnel et la cuisson rapide“	6
László Mattyasovszky, Gyula Bréda	
Réponse de Mór Korach à László Mattyasovszky	
Réponse de Mór Korach à Gyula Bréda	
Contributions au compte-rendu de István Gomperz: „Théories soviétiques du séchage et les tâches de la recherche dans le domaine du séchage“	13
Dr. János Albert, Jenő Király	
Contributions au compte-rendu de László Péntek: „Essais en vue de l'augmentation de la cuisson dans les fours rotatifs de l'industrie de ciment“	17
József Talabér, Gyula Kulcsár, Károly Mayer, Béla Beke, László Szabó	
Contributions au compte-rendu de Zoltán Egyed: „Quelques résultats intéressants des recherches scientifiques dans le domaine de l'industrie des matériaux de construction en Union Soviétique“	21
László Kordik, György László	
Réponse de Zoltán Egyed	25
Contributions au compte-rendu de Ferenc Rosivall: „Résultats des recherches de laboratoire concernant de nouveaux matériaux de construction“	27
Tibor Eichner, László Málnai, Tibor Bálint	
Dr. Imre Wessely: Le ciment de laitier-plâtre (ciment de haut-fourneau sulphatique)	29
Arisztid Cser: Application de la dolomite dans l'industrie réfractaire (suite)	33

M. J. Szapozsnyikov—I. A. Bukavin :

Szilikátipari gépek és berendezések

E kétkötetes szovjet mű a szilikátipari gépek és berendezések átfogó könyve, feladata a gépek szerkezetének részletes leírása, számításuk alapelveinek ismertetése. A magyar nyelven most megjelent I. kötet a nyersanyagkitermelő gépeket, az aprító, adagoló és keverő berendezéseket tárgyalja, továbbá a burkoló és falazó kerámiai és szilikátanyagokat sajtoló és formázó gépekkel foglalkozik.

Előkészületben van a II. kötet is. Ez a finomkerámiai gyártmányokat, üvegekészítményeket, sajtolt salak- és azbesztcementelemeket gyártó gépeket, szerkezeteket és segédberendezéseket ismerteti.

388 oldal

306 ábra

Ára kötve 70,— Ft

I. B. Levenszon—P. M. Cigeljnij :

Aprító-osztályozó gépek és berendezések kőanyagok feldolgozásához

A magyar nyelven most megjelent szovjet könyv a kőanyagok feldolgozására szolgáló aprító-osztályozó gépek, mosóművek és egyéb berendezések elméletének, számításának, szerkesztésének és használatának alapelveit ismerteti.

A hasznos közetek megmunkálásával és dúsításával kapcsolatos technológia tárgyalása során irányelveket ad a legmegfelelőbb géptípusok és berendezések megválasztására, ismerteti a különféle telepített és részben telepített kőfeldolgozó üzemeket, valamint a mozgó aprító-osztályozó berendezések használatát.

A könyv építőanyagipari mérnökök és műszaki dolgozók, továbbá géptervezők részére készült.

414 oldal

202 ábra

Ára kötve 55,— Ft

Építőipari Műszaki Tájékoztató 3.

Szerkeszti az É. M. Műszaki Főosztálya

A könyv célja, hogy megismertesse az építőipar dolgozóival építőiparunk fejlődését, az új anyagokat, tudományos kutatások eredményeit és a legújabb találmányokat. Az új munkamódszereket, bevált újításokat képekben, rajzokban mutatja be.

32 oldal

37 ábra

Ára füzve 4,— Ft

Beszerezhető az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT

összes könyvesboltjaiban,

ÉPÍTŐIPARI KÖNYVESBOLT: BUDAPEST, XI. BARTÓK BÉLA-ÚT 25