

302935

ÉPÍTŐANYAG

CEMENT-, MÉSZ-, TÉGLA-, KERÁMIA-, ÜVEG- ÉS KŐIPAR

2. SZÁM

A mész- és cementipar,
az üvegyipar, a finom-
kerámia-, a tégl-, cserép-
és kőbányaipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Berezky Endre

Beke Béla

Baksay Zoltán

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22,

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Felelős kiadó:

az Építőanyagipari Könyv-

és Lapkiadóvállalat

igazgatója

★

Kiadóhivatal:

V, Kálmán-utca 16.

(Telefon: 121-585)

Tartalom:

	Old.
<i>Lopuhov, P.</i> : A cementipar növekedő feladatairól	43
<i>Bogánov, A. I.</i> : A gépállások csökkentésének útjai	44
<i>Cserednyikov, P.</i> : A nagykapacitású forgókemencék kihasználásának módjai	47
<i>Nikulín, K. V.</i> : A forgókemencetést zsugorító övezetének mesterséges hűtéséről	49
<i>Péntek László</i> : A forgókemencés klinkerégetés új módszerei	53
<i>Hodorov, Lurje, Dobrovolskij és Gladkov</i> : A forgókemence tökéletesítése	59
<i>Jeger, K. O.</i> : Az új forgókemence tervéről	63
<i>Sahbajzan, T. O.</i> : Alapvető irányzatok a korszerű forgókemencék tervezésében	65
<i>Arejjev, V. A.</i> : A forgókemencék tökéletesítése	67
<i>Valjberg, G.</i> : Oxigénfúvatás a cementiparban	68
<i>Szecsztoperov, Sz.</i> : A cement nedves őrlésének előnyei	70
Kérdés—Felelet	71
<i>Tovarov, V. V.</i> : A malmok teljesítőképességének növelése	72
<i>Doleszai Károly</i> : A klinkerégetés mineralizátorai	75
<i>Petrov, B.</i> : A cementgyárak levegőjének portalanítása	77
<i>Kartavcev, I. G.</i> : A téglá szárítása	79

Содержание:

	сторона
<i>П. Лопухов</i> : О возрастающих задачах цементной промышленности	43
<i>А. И. Боганов</i> : Пути сокращения простоев машин	44
<i>П. Чередников</i> : Методы использования мощных вращающихся печей	47
<i>К. В. Никulin</i> : Искусственное охлаждение зоны спекания корпуса вращающихся печей	49
<i>Ласло Пентек</i> : Новые методы обжига клинкера в вращающихся печах	53
<i>Ходоров, Лурье, Добровольский и Гладков</i> : Усовершенствование вращающихся печей	59
<i>К. О. Йегер</i> : О проекте новой вращающейся печи	63
<i>Т. О. Шахбайзан</i> : Основные направления в проектировании современных вращающихся печей	65
<i>В. А. Арефев</i> : Усовершенствование вращающихся печей	67
<i>Г. Вальберг</i> : Вдувание кислорода в цементный промышленности	68
<i>С. Шестоперов</i> : Преимущества мокрого помола цемента	70
Вопросы-ответы	71
<i>В. В. Товаров</i> : Повышение производительности мельницы	72
<i>Кароль Долежай</i> : Минерализаторы для обжига клинкера	75
<i>Б. А. Петров</i> : Обеспыливание цементных заводов	77
<i>И. Г. Картавец</i> : Сушка кирпича	79

Sommaire:

	Nos. Pages
<i>Lopuhov, P.</i> : Les tâches grandissantes de l'industrie du ciment	43
<i>Bogánov, A. I.</i> : Moyens pour diminuer les stagnations de machines	44
<i>Tcherednikov, P.</i> : Méthodes d'utilisation des fours rotatifs de grande capacité	47
<i>Nikulín, K. V.</i> : Refroidissement artificiel de la zone de cuisson du corps de four rotatif	49
<i>Péntek, L.</i> : Nouvelles méthodes de la cuisson de clinker dans les fours rotatifs	53
<i>Hodorov, Lurje, Dobrovolski et Gladkov</i> : Le développement de la construction du four rotatif	59
<i>Jeger, K. O.</i> : Le projet du four rotatif nouveau	63
<i>Sahbajzan, T. O.</i> : Tendances fondamentales dans les projets des fours rotatifs modernes	65
<i>Arejjev, V. A.</i> : Le perfectionnement des fours rotatifs	67
<i>Valjberg, G.</i> : Soufflage d'oxygène dans la production du ciment	68
<i>Szecsztoperov, S.</i> : Les avantages du broyage humide du ciment	70
Questions—Reponses	71
<i>Tovarov, V. V.</i> : Aggrandissement du rendement des broyeurs	72
<i>Doleszai, K.</i> : Les mineralisateurs de la cuisson du clinker	75
<i>Petrov, B.</i> : L'époussetage de l'air dans les usines du ciment	77
<i>Kartavcev, J. G.</i> : Le séchage de brique	79

A magyar néphez!

A Magyar Dolgozók Pártjának Központi Vezetősége, a Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa és a Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa a drága vezér és tanító, J. V. Sztálin elvtárs halála alkalmából az egész gyászba borult magyar dolgozó nép nevében mély részvétét és együttérzését fejezi ki a Szovjetunió Kommunista Pártja Központi Bizottságának, a Szovjetunió Minisztertanácsának, a Szovjetunió Legfelső Tanácsa Elnökségének, a testvéri szovjet népeknek.

Sztálin elvtárs halála az egész világ dolgozóinak, a földkeresség békéért és szabadságért küzdő százmillióinak legnagyobb vesztesége a nagy Lenin halála óta. Eltávozott az élők sorából az a férfi, aki Leninnel együtt megteremtette és acélossá kovácsolta a Szovjetunió Kommunista Pártját, győzelemre vezette a Nagy Októberi Szocialista Forradalmat, amely az emberiség történelmének új korszakát nyitotta meg. Annak az embernek szíve szűnt meg dobogni, aki megteremtette, megszilárdította és legyőzhetetlen világhatalommá fejlesztette a világ dolgozóinak első rohamcsapatát, támaszát és reménységét, a szovjet államot. A szocializmus nagy építőmestere hagyott el bennünket, aki utat mutatott a kapitalista iga lerázásáért küzdő és a szocializmust építő népeknek. A szabadság nagy hadvezére hűnyta le szemét, aki megmentette az emberiséget a fasiszta barbárságtól és elnyomástól. Az elnyomottak és kizsákmányoltak leghűbb barátja halt meg, aki minden csepp véré a dolgozó nép felszabadítása szent ügyének áldozta. Marx, Engels, Lenin halhatatlan tanításának lángeszű folytatója és továbbfejlesztője távozott el tőlünk, a nagy tudós és államférfi, akinek eszméi örökké fognak élni a népek szívében és tetteiben.

A magyar munkások, parasztok, értelmiségiek milliói gyászolják Sztálin elvtársat. Amiórt népünk legjobbjai, magyar szabadságharcosok és forradalmárok hosszú sora századokon át hiába küzdött és áldozott, az Ő segítségével, az általa nevelt és vezetett Szovjet Hadsereg felszabadító tettel nyomán vált valósággá. Sztálin elvtársnak köszönhetjük a magyar nemzeti függetlenséget, a magyar nép szabadságát. Sztálin elvtárs segítsége, tanítása tette lehetővé a magyar dolgozó nép számára, hogy megdöntse kizsákmányoló urainak hatalmát, megvédje békéjét és függetlenségét a szabad magyar hazára acsarkodó imperialista háborús uszítókkal szemben. Sztálin elvtárs baráti segítségére támaszkodva kezdtük meg és folytatjuk hazánkban a szocializmus építését, foglaltuk el helyünket a szabad népek nagy családjában. Sztálin elvtárs tanítása, útmutatása, példája nevelte, formálta, acélozta meg

dolgozó népünk harcainak és sikereinek szervezőjét, a Magyar Dolgozók Pártját. Sztálin elvtárs neve, műve, tanítása örök időkre összeforr népünk történelmével. A magyar dolgozók legjobb barátjának emlékét a magyar nép örökre szívébe zárja.

Sztálin elvtárs tanítása, műve halhatatlan. Nincs erő, mely kikezdhetné azt, amit Ő megalkotott. A nagy tanító

és vezér eltávozott, de itt vannak tanítványai, elvtársai, katonái, akik megvédik és folytatják azt, amit Ő hagyott örökségül. Sztálin elvtárs hadserege, Sztálin elvtárs tábora megszállhatatlan és legyőzhetetlen.

Sztálin elvtárs megszállhatatlan és legyőzhetetlen táborába tartozunk mi is, a szocializmust építő, szabad Magyarországra.

Népünk gyászolja a barátot, a tanítót, a vezért. Zárjuk még szorosabbra sorainkat, tömörüljünk még jobban nagy pártunk, Népköztársaságunk Kormányára, Sztálin elvtárs hű tanítványa, Rákosi Mátyás elvtárs köre. Sztálin elvtárs tanításához híven erősítsük meg még jobban pártunkat, kovácsoljuk még szilárdabb egységbe az egész magyar dolgozó néppel. Sztálin elvtárs tanításához híven tegyük még erősebbé népi államunkat, függetlenségünk és békénk őreit: Néphadseregiünket. Sztálin elvtárs nyomdokain

járva, munkálkodjunk még odaadóbban, még legyőzhetőbben öt éves tervünk megvalósításán, hazánk, népünk jólétének és kultúrájának állandó emelésén. Sztálin elvtárs tanításához híven fokozzuk éberségünket a külső és belső ellenség ellen, fokozzuk harcunkat a békéért.

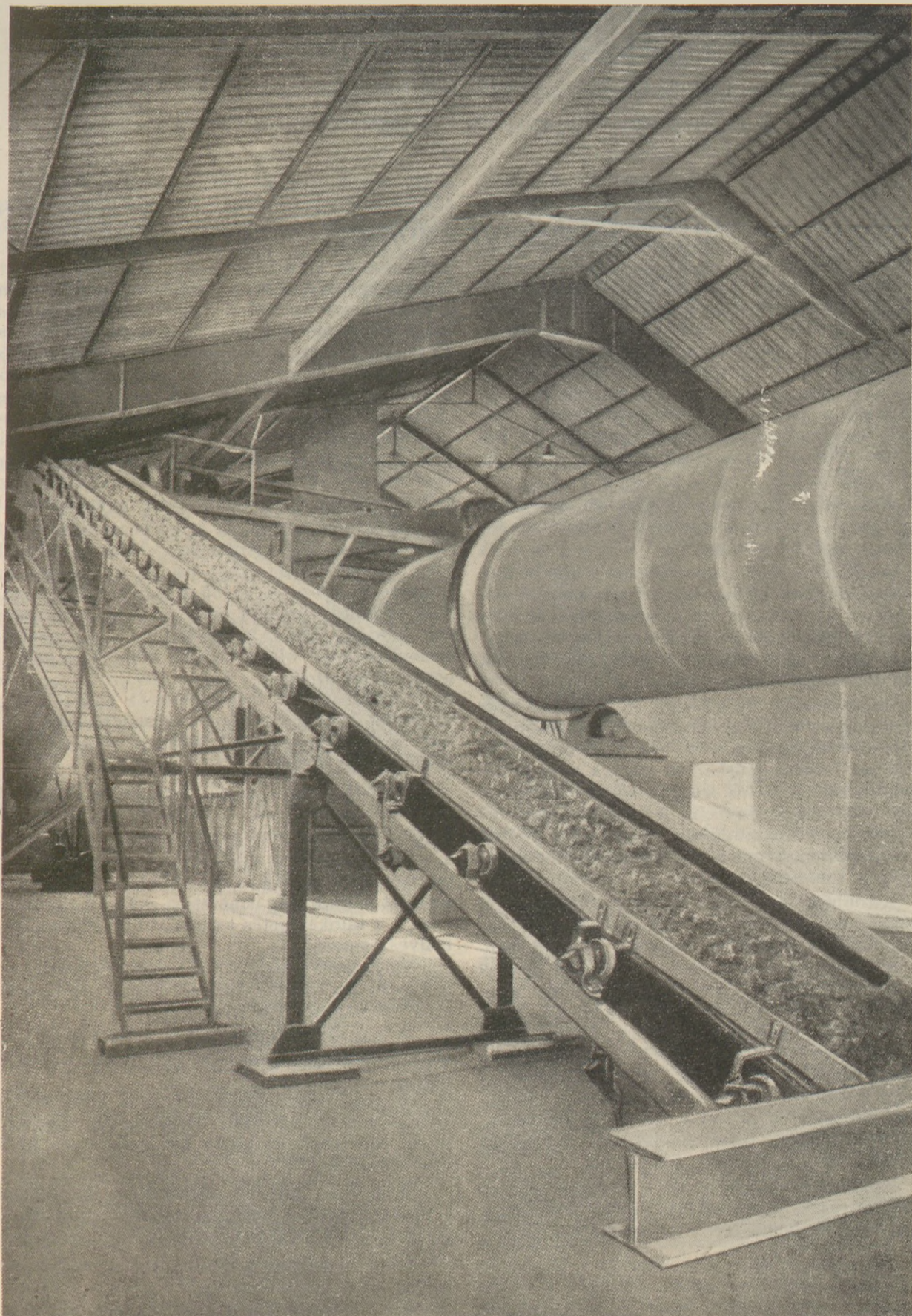
Magyarország népének hűsége a szovjet néphez, a nagy Szovjetunió vezetete békétáborhoz, a népek barátságának és együttműködésének nagy ügyéhez, a proletárnemzetköziséghez szilárdabb, mint valaha.

Marx, Engels, Lenin, Sztálin győzhetetlen zászlaja alatt, a Szovjetunió Kommunista Pártja, a nagy szovjet nép vezetésével, szilárd egységben a testvéri népi demokráciákkal, a világ minden dolgozójával harcoljunk az dolgozzunk a szocializmus építésének győzelméért hazánkban, a béke ügyének diadaláért az egész világon.

A Magyar Dolgozók Pártja Központi Vezetősége

A Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa



Cementgyári szállítóberendezés

A szovjet-magyar barátsági hónap

alkalmával ebben a számunkban az építőanyaggyártás kulcskérdéseivel foglalkozunk. Gerő elvtárs november 29-i beszédében rámutatott arra, hogy a cementipar fejlődése nem tartott lépést a népgazdaság támasztotta követelmények fokozódásával. Az ipar minden dolgozójának a tudás fegyverével felvértezve kell erejét megfeszítenie, hogy az elmaradást behozzuk. Ebben kíván segítséget nyújtani az ÉPÍTŐANYAG is.

Mint máskor is nehéz helyzetben, most is a Szovjetunió élenjáró iparának tapasztalatait kívánjuk e célból hasznosítani.

A SZKP. XIX. kongresszusa alkalmából Lopuhov elvtárs építőanyagipari miniszterhelyettes cikket írt a Szovjetunió cementiparának időszzerű kérdéseiről. Az ő cikkét közöljük bevezetőben és az ő cikkében felvetett kérdéseket tesszük részletes vizsgálat tárgyává.

Legfontosabb feladatunk a klinkerégetés mennyiségi és minőségi fokozása. E mozgalom út-törője *Cserednyikov* mérnök, aki a novorosijszki „Október” cementgyárban az azóta a népi demokratikus országokban is meghonosított többégetési mozgalmat kezdeményezte. A lábatlani cementgyár ezirányú tapasztalataival foglalkozik Péntek László kartársunk, miközben a klinkerégetés üzemvitelének tudományos elveit is ismerteti.

A többégetési mozgalom során különleges új intézkedések is történnek: a kemencék hosszabb üzemvitelének biztosítása céljából, a kéregképződés előmozdítására bevezetik a kemenceköpenyek víz- vagy léghűtését. Az egyes kemenceövek elégtelen méretezése esetén sor kerül a kalcináló-, majd máskor a zsugorítózóna átépítésére. Különböző, a hőátadást befolyásoló beépítéseket helyezünk el a szárító- vagy a kalcinálózózában. Igyekszünk az égetés menetét jobban kézben tartani a kemencefordulatszám és az adagolás szabályozásával. Mineralizátorokat, iszapvízcökkentő anyagokat alkalmazunk a többégetés érdekében.

Mindezekből megismerjük a többégetési mozgalom lényegét. Megláthatjuk, hogy nincsen általános, minden kemencére alkalmazható módszer.

Minden egyes kemencénél külön kell gondoskodni a szűk keresztmetszetek megszüntetéséről; ez a szűk keresztmetszet lehet a kemencén kívül is. Egyes esetekben a zsugorítózóna teljesítményét kell növelni, az esetek többségében a kalcinálózózáét. De lehet szűk keresztmetszet a javítási ciklus rövid tartama is, például a falazat gyors tönkremenetele miatt. Sok esetben a köpeny hűtése fog segíteni ezen. Megint máskor a nyersanyag-ellátás a szűk keresztmetszet, a többégetési mozgalom ilyenkor egész a kőbányaig terjesztendő ki.

Az égetési kapacitást az új berendezések felállítására fogja nagy lépésekkel előrevinni. Rendkívüli érdeklődésre tarthat számot a Giprocement tervezte új 5,4 m \varnothing \times 135 m méretű, 1200 tonna napi teljesítőképességű óriáskemence méretezésének kérdése. Ehhez a kérdéshez a Szovjetunió cementiparának oly világhírű képviselői szóltak hozzá, mint *Hodorov*, *Lurje*, *Arejjev* és az ipar többi kiválósága. A forgókemencék méretezésével kapcsolatos oly alapelveket vitatnak meg itt, amelyek eddig néhány nagy kapitalista gépgyár féltve őrzött titkai voltak.

Foglalkozunk a másik fő termelési folyamat, az őrlés javításának kérdésével is. A szerző, *Tovarov* elvtárs e kérdések egyik legjobb ismerője.

Szavá tesszük a többégetés vegyészeti és laboratóriumi problémáit is. Érdeklődésre tarthat számot két nálunk még ismeretlen gyártási eljárás leírása: a klinkerégetés oxigén-atmoszférában és a nedves cementőrlés.

Bogánov elvtárs, az urali cementgyárak ismert mechanikusa tollából közlünk összefoglaló ismertetést az ottani TMK gyakorlatából.

A por elleni küzdelemnek a Szovjetunióban elért eredményeit ismerteti egy másik közleményünk.

A cementipari közleményeken kívül foglalkozunk a Kartavcev-féle téglaszárítási módszerrel is, amelynek az idény kezdetekor van különös jelentősége.

Reméljük, hogy a cementipar kérdéseinek keresztmetszetét nyújtó cikkgyűjteményünk hozzájárul dolgozóink munkájának megkönnyítéséhez.

A cementipar növekedő feladatairól

P. LOPUHOV elvtársnak a Szovjetunió építőanyagipari miniszterhelyettesének cikke

(*Promislenosztij Sztrojityelnih Matyerialov*, 1952. szeptember 13.)

A cementiparnak még sohasem voltak olyan gazdag lehetőségei, mint most. Hála a kommunista pártnak és a szovjet kormánynak, valamint Sztálin elvtárs gondoskodásának, a cementipar a háború utáni években elsőrendű felszereléssel ellátott, nagykapacitású iparága lett a népgazdaságnak.

Tökéletesen megváltozott a gyárak külseje. A bányákban a nehéz fizikai munkát gépek végzik. A nyersanyag szállítása széles nyomtávú sineken, villamos- és gőzmozdonyokkal, gépkocsikkal vagy függőpályákon folyik. A bányamunkák gépesítésének foka a cementiparban 95%-ot ért el, számos vállalatnál teljes a gépesítés.

A háború utáni években folytonosan korszerűsödött a klinker égetésének és őrlésének technikája. Sok vállalatnál az elavult szerkezetű berendezést korszerűre cserélték ki. A forgókemencéket és a malmokat ellenőrző mérőszerekkel látták el, amelyek megkönnyítik a dolgozók munkáját és biztosítják a szükséges technológia szigorú betartását.

Sztálin elvtárs személyes utasítására új nagy cementgyárak épülnek, 150 m-es kemencékkel, korszerű őrlőberendezésekkel, olyan gépekkel, amelyek az egész gyártási folyamatot gépesítik. Ilyen az új szovjet cementgyár típus, amely a nagytermelékenységű munka minden feltételét megteremti.

Hála a párt és a kormány körültekintő gondoskodásának, a cementipar sokezer szakembert nevelt fel. A gyártás döntő szakaszainak élén ma már közép- és felsőfokú szakoktatásban részesült emberek állnak.

A gyárakban olyan munkáskáderek emelkedtek ki, akik kitűnően elsajátították az új technikát, tökéletesítették a technológiai folyamatokat. Az „Október“-gyár, a bjelgorodi és a többi gyár sztahánovistái jóval túlszárnyalták azokat az eredményeket, amelyeket a berendezés kapacitása alapján megterveztek. Az egész ország ismeri a cementgyártás Sztálin-díjjal kitüntetett újítóinak nevét.

Az utóbbi két évben a cementipar legjobb-jainak kezdeményezésére számos, a termelés növelése szempontjából komoly jelentőségű intézkedés történt. Széles körben alkalmazzák a forgókemencetestek vízhűtését, ami növeli a bélés tartósságát, a berendezés kihasználási fokát és teljesítőképességét. Nagy eredménnyel jár a régi kemencék ujjáépítése, egyes kemence-szakaszok *kiszélesítése* és meghosszabbítása révén. Ez gyorsítja az anyag előkészítését és növeli a klinkertermelést. Csak ebben az évben ezer új észszerűsítési javaslat és találmány futott be gyá-

rainkból. Új gyártási módszerek születnek és nyernek alkalmazást.

Az új technika bevezetése alapján szakadatlanul nő a cementtermelés. Az új gyárak építése mellett a cementipar dolgozói szakadatlanul növelik a meglévő berendezések teljesítményét. Csak a múlt évben 2 millió tonnával nőtt a cementtermelés.

De a fejlődés gyors üteme ellenére a cementipar még távolról sem elégíti ki a népgazdaság igényeit. A gigászi arányú építkezések a cementgyártás növekedése és minőségének javulása nélkül megbénulnak. A cement úgy kell az országnak, mint a kenyér, mint a fém.

Ezért a XIX. Pártkongresszus a cementipar fejlesztésének különös figyelmet szentel. Az új ötéves terv a cementgyártásnak, 2,2-szeresére történő növelését írja elő. Egyidejűleg növelni kell a gyártmányok minőségét és választékát. A cementipari termelő kapacitását több mint kétszeresére kell növelni.

A cementipar dolgozói előtt álló feladatok nagy felelősségűek és megtisztelők. Hogy becsülettel teljesítsük őket, gyorsítani kell az új gyárak üzembehelyezését s a gyártási módszerek javításával, az új technika bevezetésével javítani kell a berendezés kihasználását a meglévő vállalatoknál.

A beruházási tervek teljesítése még mindig nem kielégítő. A vállalatvezetőségek nem foglalkoznak eléggé azzal, hogy az építési munkákhoz rendelkezésre álljon a terv és a költségvetési dokumentáció, a szükséges felszerelés és anyag. Ez késlelteti az új gyárak és berendezések felépítését. A cementipar további gyors fejlődése elképzelhetetlen az új gyárak építésének meggyorsítása nélkül.

A cementgyártás növelésének legfőbb feltetele az új technika bevezetéséért folytatott harc. Egyes gyárvezetők még ragaszkodnak a berendezés javításának és kihasználásának régi módszereihez. Minden akadályt el kell hárítani a vízhűtés mindenütt való bevezetése elől. Minden késedelem nélkül, a nagyjavításokat erre is felhasználva, vízmentesen záróvá kell tenni a kemencéket. Kivételem nélkül minden forgókemencénél működni kell a vízhűtőberendezésnek.

Különleges jelentőségű a meglévő kemencék átépítése. Ez 12 gyár tapasztalata alapján 20%-kal növeli az égetőüzem kapacitását. 1952-ben és a jövő évben 68 kemencét kívánunk ujjáépíteni, ami annál is nagyobb eredményt jelent majd, mert megvalósításához nincs szükség nagy kiadásokra és a berendezés tartós leállítására 14—20 nap elegendő. Az igazgatóknak, mérnököknek, technikusoknak már most azonnal, külön utasítás bevárása nélkül hozzá kell látniuk a kemencék capaci-

tásának növelésével járó munkálatokhoz. Ez azt jelenti, hogy a gyárakban grafikonokat kell kidolgozni, amelyek alapján a terv és a költségvetési dokumentáció, a berendezés idejében elkészülhet.

A legtöbb cementipari forgókemence nedves eljárás szerint működik. Az égetésre kerülő nyerskeverék 36—40% vizet tartalmaz. A víz alkalmazása megkönnyíti a nyersanyag őrlését, megadja az iszap kívánt folyékonyságát. Míg azonban a víz a nyersanyag előkészítésénél hasznos, addig ennek elvégzése után szükségtelenné válik. A klinker égetésére fordított hő 40%-a a nedvesség elgőzölgötetésére használandó el. A gyárakban megállapították, hogy kismennyiségű szulfitszennylég alkalmazása az iszap nedvességét 4—6%-kal csökkenti, növeli a kemencék teljesítőképességét és csökkenti a tüzelőanyagfogyasztást. Legközelebbi feladatunk: ennek a hígítónak az adagolását tegyük minden gyár technológiájának egyik elemévé, hogy mindenütt helyes adagolásban alkalmazhassák.

Mint egyes gyárak tapasztalata mutatta, a forgókemencék teljesítőképességének jelentős növelése érhető el, ha a nyersanyagba megfelelő mennyiségű granulált salakot és mineralizáló adalékot adunk. Ezeket a kísérleteket üzemi viszonyok között folytatni kell, eredményeiket pedig elsősorban azokban a gyárakban kell alkalmazni, ahol a salak adva van.

A gépállások csökkentése

(Az Urali Cementgyárak gyakorlatából)

A. I. BOGANOV

„Cement“ 1952. 1. szám 3—5. old.

A gépek javítás miatti állásidejének csökkentése és a javítások közötti működés idejének növelése a kemencék és a malmok kihasználási tényezőjének növekedését teszi lehetővé.

Az utóbbi öt évben az Urali Cementgyárak javítóműhelyeinek személyzete a gázvágás, az elektromos hegesztés és a pneumatikus fémfűrő-, vágó- és szegecslőszerszámok alkalmazása révén, valamint a javítási munkák megszervezésének tökéletesítésével jelentékenyen csökkentette forgókemencéinek és malmainak javítási idejét.

A tökéletesebb munkaszervezés, a készülékek és a pótalkatrészek jobb előkészítése kétségtelenül még sokkal nagyobb csökkenést tett lehetővé.

A tapasztalatilag igazolt adatok alapján bebizonyult, hogy a javítóműhelyek meglévő felszerelésével, a meglévő személyzeti létszámmal és a munkások nagyobb szaktudásával egy hónap alatt elvégezhető: a forgókemencék teljes főjavítása (beleértve pl. 3—5 feszítőgyűrű cseréjét különböző helyeken a kemence hosszában, 6—8 támasztógörgő, 2—3 abroncs cserélését és más, a

A vállalatok meglévő szellőzőberendezései nem mindig biztosítják a klinkerőrlés folyamatának intenzív vételeit. A kramatorszki-gyár újítói erősen növelték a cementmalmok teljesítményét a malomhuzat jelentős fokozása útján, *nagyobb teljesítményű ventilátorok és porszűrők beállításával*. A jaskini, krasznnojarszki, csernorecseszki, kricsevi amroszievi stb. gyárak gyakorlata meggyőzően tanuskodik arról, hogy a kramatorszkiak példájára az őrlőkapacitást így módon 10—15%-kal lehet növelni.

Pártunk XIX. kongresszusának tiszteletére cementiparunk dolgozói javítják munkájukat, az 1952. évi terv teljesítésére és túlteljesítésére törekednek. Minden gyárban nagy tartalékok állnak rendelkezésre, amelyek segítségével termelésünket a közeljövőben fokozhatjuk. Erre a tél beálltaig hátralévő időt kell jól kihasználni, bányáinkat jól elő kell készíteni, hogy hidegben is zavartalanul dolgozhassanak. Vállalataink téli felkészültségétől függ nemcsak a negyedik negyedévi termelés, hanem a jövő év első negyedévének tervteljesítése is.

A cementipar dolgozói nem kímélik erejüket, hogy az előttük álló nagy feladatokat méltóan megoldják. A gyártáskultúrát fokozva, a technológiát tökéletesítve; az új kapacitások bevetését gyorsítva, szeretett Hazánk dicsőségére további munkagyőzelmeket fognak elérni.

hűtőberendezéssel, a ventilátorok, füstszívók, szénadagolók, valamint az iszap befolyócsővel és klinkerkivezető berendezésekkel kapcsolatos apróbb javításokat).

Rosszabb a helyzet a javítások között eltelt idő tekintetében. Két urali cementgyár hat kemencéjénél a főjavítások között eltelt átlagos munkaidő mindössze három év. Igaz, hogy ezek a berendezések az ideálistól messzeeső viszonyok között működnek, a hároméves időszak mégis túlrövid és még elavult szerkezetű kemencéknél sem engedhető meg. Az agregátumok nemcsak a közepes- és főjavítások alatt állnak le, hanem sérülés miatt is használaton kívül kerülhetnek.

A forgókemencének, még ha régi szerkezetű is, helyes használat esetén — véleményünk szerint — főjavítás nélkül legalább 10 évig kell dolgoznia. A főjavítások között eltelt idő csökkenését vagy a helytelen kihasználás okozza, vagy a javítás helytelen elvégzése, vagy a kemence felállítása körüli szerelési hibák. Főjavításának a forgókemence javítását akkor nevezzük, ha a kemence vagy a hűtőberen-

dezés feszítőgyűrűinek, az abroncsoknak, a re-kuperátoroknak, a lánggyűrűnek és a koszorúkereknek a kicserélést eszközöljük. A felsorolt munkák elvégzése méreteiben és a végrehajtási idő tekintetében az agregátum hosszas vesztegelésével és jelentékeny anyagfogyasztással kapcsolatos. A többi javítási munka — a támasztógörgők és meghajtómechanizmus cseréje, a szegecselt varratok részbeni újraszegecselése, valamint a kemencét levegővel, tüzelőanyaggal és nyersanyaggal ellátó berendezések javítása (ha jól vannak előkészítve) a kemencebéléscsere miatti tervszerű leállítás közben kerül elvégzésre.

A kemence időelőtti kopását két fő ok idézi elő: a) a kemencetest elgörbülése, vagyis ha fő hossz tengelye elveszti egyenesvonalúságát és b) a támasztógörgők helytelen beállítása, amelyekre a kemence forgórésze egész súlyát átadja.

A kemencetest elgörbülése a kemence kihasználása szempontjából a legkárosabb jelenség. Ez esetben egyenlőtlen lesz a támasztógörgőkre ható nyomás, egyes támasztók túlterhelődnek, a túlterhelt támasztógörgők fajlagos nyomása megnő és így gyorsabban kopnak.

Magában a kemencetestben nagy túlfeszültség keletkezik a megnövekedett hajlítónyomaték következtében.

A kemencetest elgörbülését olykor az okozza, hogy az egyes feszítőgyűrűk a kemence felszerelések helytelenül kapcsolódnak egymáshoz, vagy pedig a kapott feszítőgyűrűk újakkal történő kicserélések a főjavítás alkalmával követnek el hibát — tehát tisztán mechanikai okok. A kemencetest elgörbülését azonban a leggyakrabban helytelen kihasználás okozza, pl. az, hogy nem tartják be a normális termikus előírásokat. Ha a kemencét bemelegítéskor nem egyenletesen hevítjük, vagy helytelenül hűtjük le, „púp“ behorpadás vagy kidudorodás keletkezik (helyi túlmelegedés esetén). Képződhetnek átmeneti, eltűnő elgörbülések is, amikor is a kemencetest meghajlik, vagy lefelé begömbölyül. Ennek oka a helytelen szerelés lehet, amelynek következményeképpen a görgők és a feszítőgyűrűk érintkezési pontjai nem fekszenek egy közös, a vízszinteshez a kemence hajlásszögével azonos szögben hajló síkban.

A kemencetest elgörbülését széttörése és minden, vele érintkező részének időelőtti kopása kíséri. Egyes szegecses és egész szegecselt varratok szétválnak, repedések jelennek meg, a meghajtómechanizmus tengelyein és csapágái túlterhelődnek, elkopnak, sőt gyakran el is törnek. A gyakorlat azt mutatta, hogy a kemencetest elgörbülése a fő oka annak, hogy a forgókemencéknek a javítások között eltelt működési ideje csökken.

A kemence jó minőségű szerelése, javítása és főképpen műszakilag helyes kihasználása lehetővé teszi, hogy a kemencetest elgörbülését megakadályozzuk. Az égetőműhely vezetősége és minden gyár gépműhelyi dolgozói kell hogy felismerjék a kemencetest elgörbülésével járó összes káros jelenségeket. A kemence használatánál és javításánál ki kell küszöbölni az elgörbüléseket. Ilyenek például:

1. A kemencének és segédberendezésének nem jó minőségi javítása, beleszámítva a feszítőgyűrűket összekötő varratok hanyag hegesztését a kicseréléskor;

2. A műszaki előírások megszegése a kemence felhevítések és lehűlések;

3. Kiegett vagy kiesett bélés kijavítása „rá-sütéssel“.

4. Kopott bélésű kemence használata, aminek következtében a kemencetest kiég és vörös foltok képződnek rajta.

5. A kemence gyakori, rendszertelen leállása és ismételt kiegészése.

A másik nem kevésbé fontos ok, amely gyorsítja a forgókemence alkatrészeinek kopását és csökkenti a javítások között eltelt munkaidejét, az a helytelen nézet, hogy a kemencetest csak akkor áll szilárdan, ha a támasztógörgők állandóan keresztesben állnak a kemence hossz tengelyéhez képest. Ennek az a magyarázata, hogy a kemencetest — nem vízszintes helyzete következtében — a támasztógörgőkön állandóan a kemencefej felé csúszik. Rá kell mutatnunk, hogy a támasztógörgő és a feszítőgyűrű érintkező munkafületei között keletkező súrlódási erő nagyobb a forgókemence azon súlyösszetevőjénél, amely a testet a támasztógörgők mentén csúszása kényszeríti. Itt természetesen azt vesszük tekintetbe, hogy a támasztógörgők és a feszítőgyűrűk működő felületei a kemence működési ideje alatt teljesen szárazak, mert a kemence helyes használatánál úgy is kell lenni. A kemence működési ideje közben a kemencetestnek a tengely mentén történő elmozdulását a görgőknek a kemencetest tengelyéhez képest való kereszteződése okozza. Minden, a forgókemence használata körül foglalatostudó személy tudja, hogy a kemencetestet ugyanúgy el lehet mozdítani a támasztógörgőkön felfelé, mint ahogy az gyakran lefelé csúszik. A helyes az, hogy a támasztógörgőket pontosan párhuzamosan állítjuk be a kemencetest tengelyére; működőfelületeik és a feszítőgyűrűk munkafületei hengeresen legyenek kiképezve. A javító- és kiszolgálószemélyzetnek minden erejével arra kell törekednie, hogy a beállítás pontos legyen.

A támasztógörgők tengelyének eltolódása a kemence fő tengelyéhez képest többlet-igénybevételt jelent és a támasztógörgők és a csapágak nagy súrlódásához vezet. Ezenkívül ha a támasztógörgők elferdülnek, olyan erő is keletkezik, amely a futógyűrűket elfordítani igyekszik, ez viszont a futógyűrűk saruinak elnyíródásához és általában gyorsabb kopáshoz vezet.

A kemencetest elgörbülése és a támasztógörgők tengelyének elhajlása — mint a gyakorlati adatok mutatják — nemcsak a kemence meghajtó mechanizmusában okoz káros feszültséget, hanem a kemencetestben is, a szegecselt varratokban, az összekötőövezetekben, a támasztógörgőkben, a futógyűrűkben és más alkatrészekben is, amelyek a kiszámított értéknek esetleg kétszeresét is kitevő feszültségnél sokkal gyorsabban tönkremennek. Ennél a kemencénél gyakran eltörnek a meghajtó-mechanizmus tengelyei, túlmelegednek a

csapágyak, szétválnak a szegecselek stb. A forgókemencék javításai között lévő átlagos használati időt a bélés tartósságának és nem valamely mechanikai vagy elektrotechnikai javítás szükségességének kell meghatározni.

A nagyjavítások helyes elvégzése és a kemence megbízható gondozása esetén a súrlódó alkatrészek cseréje és egyéb apró javítások miatti leállások közötti időnek legalább négy hónapot kell kitennie.

Azt, hogy a forgókemencék 120 napig megállás nélkül szakadatlanul képesek működni, megerősíti az a tény, hogy évi kihasználási tényezőjük, mintegy 0,95. A szuholozsi cementgyárban pl. az utóbbi négy hónapban 0,90 volt az összes működő kemence kihasználási tényezője, a múlt év májusában pedig 0,99.

A szuholozsi cementgyárban a forgókemencék kihasználási tényezője az elmúlt évekhez képest azért növekedett jelentékenyen, mert a kemencék mellé állandó javító- és kiszolgálószemélyzetet állítottak be. Szaktudásukat tanfolyamok tartásával, a gyár mérnökeinek és technikusainak naponkénti segítségével növelték, széles körben alkalmazták a kopásnak erősen kitett alkatrészek sztalinittal való elektromos hegesztését, új technikát alkalmaztak a berendezés javításánál és hosszabb időre előírták az üzemlakatosok feladatait. A forgókemencének két javítás közötti működési idejét ugyanilyen módon minden gyár fokozhatja.

A malmok tartósabb üzeműek, mint a kemencék, mivel a malmok szerkezete kevésbé bonyolult és testük nincs olyan magas hőmérsékletnek kitéve, mint a forgókemencék teste. A malmok nagy tartóssága a kemencékhez képest abból is kitűnik, hogy kihasználási tényezőjük rendszerint magasabb, mint a kemencéké. A malmok állásideje a nagyjavításoknál és a javítások közötti üzemidejük a berendezés típusától függ. Központi meghajtású malmok, amelyeknél kevés kopásnak kitett alkatrész van, tartósabbak a használatban, mint a koszorúkerekű malmok.

A malmok nagyjavítását a legtöbb esetben 6—10 nap alatt el lehet végezni. Ez rendszerint fogaskerékáttételek, koszorúkerek, hajtótengely, adagoló- és kirakóberendezés, kamrák közötti választófalak és pánccellemezek kicseréléséből áll.

A felsorolt műveletek elvégzése nem vesz igénybe több időt, mint 6—10 napot.

Csak ritka esetben tart a javítás 10—14 napig, ha a test egyrészét, vagy az egész testet ki kell cserélni a keletkezett repedések miatt.

Közepes javításoknál rendszerint az elkopott pánccellemezeket a kamrák közötti választófalakat és a meghajtótengelyek csapágyperselyeit cserélik ki, kijavítják az adagoló és készárut, kirakóberendezések hibáit, valamint kiöntik a malom főcsapágyainak perselyeit. Közepes javítás alkalmával rendszerint a malom őrlőteteit is kicserélik.

A csómalmok közepes javításához helyes előkészítés esetén rendszerint 1,5—2 napra van szükség. Az ilyen jelentéktelen állásidő nem gyakorol lényeges befolyást a malom kihasználási tényezőjére, feltéve, hogy ezen javítások nem gyakoriak.

A malmok súrlódó alkatrészeinek üzemideje a helyiség portartalmától és a súrlódó alkatrészeket védő tömítőberendezések állapotától függ. Ezek a tömítőberendezések a méz- és cementpor ellen védik az alkatrészeket. A szennyeződés és a por eltávolításával az alkatrészek élettartamát többszörösére lehet növelni, míg hanyag üzemeltetés mellett gyorsan elkapnak.

Ha helyesen történik a kenés és az alkatrészeket megvédjük a klinkerpor ráakadásától, akkor a koszorúkerek élettartama átlagosan két év. Helytelen kezelés esetén a koszorú két hónap alatt tönkremehet. Nedves őrlés esetén a malom végcsapágyán nem szabad észrevehető kopást megengedni, mert olyankor kizárólag a tömítés gátolja meg az iszapnak a csapágyba jutását.

A malmok főcsapágyának zavartalan, újrajavítás nélküli hosszabb ideig való működése főképpen attól függ, hogy milyen állapotban van a csapágy por elleni tömítőberendezése.

A klinkermalmok kihasználási tényezője minden urali cementgyárban növekszik. Így pl. a névai cementgyárban 1951 első felében 0,89-re, a szuholozsi gyárban 0,87-re, a nizenszaldinszki gyárban pedig 0,89-re emelkedett.

A malmok szerkezete lehetővé teszi, hogy csaknem az egységet elérő kihasználási tényezővel működjenek. Erre kell törekednie a cementgyárak minden dolgozójának. E cél eléréséhez csupán az szükséges, hogy a malmokat műszakilag helyesen használják ki és helyüket portól mentesen tartsák.

A nagykapacitású forgókemencék kihasználásának módjai

Írta: P. CSEREDNYIKOV

(Megjelent a „Promislenosztjy Sztrojityelnih Matyerialov“ 1950 október 27-i számában)

A szovjet cementipar új nagyteljesítményű klinkerégető berendezéssel gyarapodott. Ez az új berendezés hatalmas, 150 méteres forgókemence, amelynek tervezőit Sztálin-díjjal tüntették ki. Ezek a kemencék már számos nagyüzemben működnek és a klinkertermelésben mind nagyobb jelentőségre tesznek szert. Éppen ezért elsőrendű fontosságú problémát jelent a szovjet cementipar számára az, hogy a kemencéknél milyen üzemmenettel biztosítható a maximális óraterjesítmény és ugyanakkor a maximális kihasználás.

E probléma körül két ellentétes álláspont alakult ki. Egyesek úgy vélik, hogy a legnagyobb teljesítmény akkor érhető el, ha a kemence aerodinamikusan sajátosságainak megfelelően adagolják a nyersanyagot, tekintet nélkül arra, hogy a hűtőkebe kerülő klinker hőmérséklete eléri a 800—900°-ot. Mások viszont a kemence normális működésének szempontjából elengedhetetlennek tartják azt, hogy a kiégetett klinker hőmérséklete ne haladja meg a 400—500°-ot. Mindkét álláspontnak másfajta üzemeltetési mód felel meg.

Melyik a két álláspont közül a helytállóbb? Milyen üzemeltetés biztosítja a legújabb szovjet gépi berendezés legelőkeltebb kihasználását?

Közismert, hogy a forgókemence működése annál hatásosabb, minél hosszabb a zsugorodási öve és lángcsóvája, valamint minél egyenletesebb a hőterhelése.

Ezt a szabályt, amelyet elméletileg és gyakorlatilag is egyaránt alátámasztottak, ma már mindenfajta kemencetípusra kiterjesztették. Ezt a szabályt kívánják alkalmazni a 150 méteres kemencék üzemeltetésénél is.

A 150 méteres kemencék előírányzott teljesítménye óránként 20,8 tonna klinker, a gyakorlat azonban meggyőzően bebizonyította azt, hogy a kemencékből óránként 27—28 tonna klinker is kitermelhető. Ennek azonban több feltétele van. Ilyenek: a porkamrában a huzat 65 mm vízszelponak feleljen meg, a láncfüggöny övéből kiérkező nyersanyag nedvessége ne haladja meg a 6—8%-ot és a hűtőkebe kerülő klinker hőmérséklete ne legyen több 800—900°-nál. Ilyen feltételek mellett a kemence zsugorodási övének hosszúsága eléri a 20—22 métert, a klinkerréteg vastagsága pedig az 1 métert.

Mi a kemence maximális megterhelése mellett foglalunk állást és a kemence óránkénti teljesítőképességét 27—28 tonna klinkerre becsüljük.

Figyelembe kell venni azt, hogy a forgókemencékben sugárzás útján megy végbe a hőátadás. A lángcsóva hőjét a bélés és a kiégetendő anyag veszi át. Ha a nyersanyagréteg vastagsága csekély, akkor a bélés elkerülhetetlenül átmelegszik és a kéreg leválik. Vastag anyagréteg (amely megfelel a kemence aerodinamikai lehetőségeinek) fokozott mértékben teszi állékonnyá a bélést és a bélés kér-

gét. Fokozottabb nyersanyagadagolás esetén a klinkerréteg vastagsága megnagyobbodik. Ez azt jelenti, hogy stabil hűtési öv esetén élénk vörösizzó klinker kerül a hűtőkebe.

Vajjon van-e ennek jelentősége a kemence üzemeltetési módjának megválasztása szempontjából?

Egyesek azt állítják, hogy a kemencében lévő nyersanyagréteg megvastagítása és a hőkapacitás ennek megfelelő növelése az előírt hőmérsékleti feltételek durva megsértését jelenti. Ez azonban alapvető tévedés, hiszen ismeretes, hogy a kemence zsugorodási övének meghosszabbítása a kemence hőkapacitásának növelésére és a fűtőtér térfogatának kibővülésére vezet. Ha azonban a zsugorodási öv meghosszabbítása olyan pozitív tényezőt jelent, amely nagy teljesítményekre képesíti a kemencét, akkor hogyan képzelhető el az, hogy a hőkapacitás megnövelése és a fűtőtér kibővítése megzavarja az előírt hőmérsékleti feltételeket? Éppen ellenkezőleg: ez a jelenség a kemence teljesítőképességének növelését okozza: minél hosszabb a zsugorodási öv, minél nagyobb a kemence hőkapacitása, annál több klinkert nyerhetünk belőle.

A cementipar egyes dolgozói félnek a hűtőben lévő klinker magas hőmérsékletétől. A forgókemence rendeltetése az, hogy izzó klinkert adjon. A klinker hűtésére különféle berendezések — nyitott és zárt hűtődobok, bolygórendszerű planetáris hűtők, rostélyok stb. — szolgálnak. A hűtőket azért készítik és építik be a kemencébe, hogy csökkentsek a klinker hőmérsékletét.

A 150 méteres forgókemence legcélszerűbb üzemeltetési módszerének tehát azt kell tartanunk, amely fokozottabb nyersanyagadagolásra és a zsugorodási öv meghosszabbítására épült fel. Ezzel a módszerrel biztosítható a kemence nagy (27—28 tonna klinker óránként) teljesítménye és a bélésanyag hosszú élettartama.

Az „Október“ cementgyár munkájának gyakorlata bizonyítja azt, hogy az elmondottak megfelelnek a valóságnak. 1949 szeptemberétől 1950 áprilisáig maximális mennyiségű nyersanyagot adagoltak a kemencébe. A klinker hőmérséklete a hűtőkben elérte a 800—900°-ot, a füstgázok hőmérséklete a 200—215°-ot. Az üzembehelyezést követő első napokban, amikor pedig még nem szerelték fel a ventilátorokat, a távkapcsolókat — Nyikolajev, Anoskin, Vodolazszkij égetőmesterek már túlteljesítették a kemence előírányzott teljesítményét. A későbbiek során az óránkénti átlagos klinkermennyiség elérte a 22,5—23 tonnát. (Az 1 kg klinkerre eső hőszükséglet 1650—1700 kalória volt). A klinker minősége az „500“ márkán felül volt, sőt gyakran elérte a „600“ márkát. Voltak olyan napok és műszakok, amikor a kemence a porkamrák viszonylagosan gyenge huzata mellett (27—30 mm) óránként 24—25 tonna klinkert

adott. A zsugorodási öv hossza elérte a 17 métert, a klinker vastagsága a 0,8 métert. A ventilátorok elektromotorjainak üzembehelyezésével a füstkamrák huzatát 62—75 milliméterre sikerült növelni. Ilyen feltételek mellett Vodolazszkij elvtárs és más égetőmesterek egy óra alatt 28 tonna klinkert termeltek ki a kemencéből. Előfordult persze, hogy a bélésből téglák estek ki. Bebizonyosodott azonban, hogy ezt a bélés befalazásánál elkövetett hiba és a nyersanyag sajátossága, nem pedig a kemence üzemeltetése okozta.

Néha a hűtők alatti köpenyek izzani kezdtek. Ezt az okozta, hogy a hűtők közötti köpenyrészek klinkerbeton-bélése rossz minőségű volt és gyakran kihullott. Miután ezt a bélést samottbéléssel cserélték fel, izzás nem lépett fel többé.

Joggal hihetnők azt, hogy hosszú hónapok sikeres munkájának eredményei kellő alapul szolgálhatnának olyan üzemeltetési módszer végleges meghonosításához és elismeréséhez, amely maximális mennyiségű klinker termelését teszi lehetővé. Az „Október“ cementgyár forgókemencéit 1950 áprilisától kezdve azonban a Glavzapad cementigazgatóság utasítására teljesen eltérő módon üzemeltetik. Kimondjuk nyíltan: a kemencék üzemeltetésének módját azért változtatták meg, mert félték a hűtők és a hűtők alatti köpenyek túlmelegedésétől. Erősen csökkentették a nyersanyagadag mennyiségét és megrövidítették a zsugorodási övet.

Az iparági igazgatóság legfőbb célja ezzel az volt, hogy a hűtőkbe kerülő klinker hőmérséklete ne haladja meg a 400—500 fokot. A mi véleményünk szerint ezt az elvet a 150 méteres forgókemencékre nem lehet alkalmazni, mert nem biztosítja a kemencék észszerű kihasználását. A hűtők alatti köpenyek túlhevülése csak abban az esetben következett be, ha a köpenyeket rosszminőségű anyaggal bélelték. Ezek szerint tehát nem a kemencék működtetését, hanem az alkalmazott tűzállóanyagok minőségét és falazásának módját kell megváltoztatni.

Amikor az „Október“ cementgyár kemencéit kevésbé intenzív munkára állították át, a kemencék óránkénti teljesítőképessége rögtön 20—21,5 tonna klinkerre csökkent. Ha lemondunk arról, hogy a kemencéket kapacitásuknak megfelelően terheljük meg, akkor ez azt jelenti, hogy a legkisebb ellenállás irányába haladunk. Ezzel az eljárással nem csupán a kemence kapacitását csökkentjük, hanem több veszélyes következményt is előidézhetünk: a láncfüggönyt erős felmelegedésnek

tesszük ki, erősen növekedik a füstgázok hőmérséklete, ami pedig igen kedvezőtlen a ventilátorok működése szempontjából. És még egy negatív jelenség következhetik be: vékony nyersanyagréteg és klinkerréteg esetén a kemence tűzállóanyagainak izzó felülete nem hül le, hanem éppen ellenkezőleg még erősebben felmelegszik. Ennek következtében a bélés kérge leválik. A gyakorlat azt mutatja, hogy 100—110 mm vastagságú króm-magnezit bélés esetén a kemencetést gyakran kiizzik és a kemencét ennek következtében le kell állítani.

Nem véletlen az, hogy amikor az „Október“ gyár kemencéit az újfajta üzemeltetési módszerre állították át, a bélés tartóssága 10—20 napra csökkent. Nem véletlen az sem, hogy a cement átlagos márkája „500“-ról „450—400“-ra, sőt egyes esetekben „300“-ra csökkent. Ez azért történt, mert a füstgázok hőmérsékletének fokozódásával a kalcinálás öve a láncfüggöny oldalára tolódott át. A láncfüggöny közepéről vett nyersanyagminták feltűnő minőségi rosszabbodást mutattak, a titrálási érték ezen a ponton jóval a normális alatt volt.

Azzal tehát, hogy az „Október“ cementgyár kemencéit kevésbé intenzív munkamódszereire állították át, csökkent az óránkénti teljesítőképesség, megrövidült a bélés élettartama és a gyártmányok minősége az eddigiekhez viszonyítva erősen rosszabbodott, nem elég súlyos érv ez a korábbi üzemeltetési módszer mellett?

A mi véleményünk szerint csak az egyik álláspontnak van létjogosultsága. A gyakorlatban bebizonyosodott, hogy a 150 méteres kemencék erős kihasználás esetén óránként 27—28 tonna klinkert adhatnak. A hűtők áthevülése elkerülhető. E célra a ma már teljesen elfogadott vékony bélés használható; a hűtők samott-téglával való bélelése. Nincs semmi okunk félni attól, hogy a kemencéből izzó klinker fog kikerülni. Ha a hűtők és a hűtők alatti köpenyek bélelésére kellő figyelmet fordítunk, akkor az izzó klinker a kemence működésében semmiféle zavart nem fog okozni.

A gyakorlat azt mutatja, hogy a 150 méteres forgókemence „500“ és „600“ minőségű cementet ad. Feladatunk tehát az, hogy e szovjet gyártmányú égetőkemence nyújtotta lehetőségeket teljes mértékben kihasználjuk.

A cementipar dolgozóinak egyik legfontosabb feladata: helyesen felhasználni a nagykapacitású forgókemencéket, növelni teljesítőképességüket és tovább javítani a klinker minőségét.

A forgókemencetestek zsugorítóövezetének mesterséges hűtése

K. V. NIKULIN

„Cement“ 1951. 5. 15—19. old.

Az üzemi emberek jól tudják, hogy a bélés tartóssága a forgókemencék zsugorító-övezetében jelentős mértékben függ az úgynevezett kéregtől.

A bélés felületén képződő kéreg megvédi a bélést a kemencében haladó klinker mechanikus behatásaitól, a termikus feszültségektől, amelyek a zsugorítóövezet hőmérsékletváltozásaival járnak, és az égetendő anyagnak, valamint a tüzelőanyag hamujának kémiai behatásától.

A kéregképződés feltételei:

a) megfelelő mennyiségű folyékony fázis jelenléte a zsugorító klinkerben és

b) hőmérsékleti szintkülönbség a bélés belső és külső (a kemencetesttel érintkező) felülete között, ami növeli az olvadék viszkozitását.

A kéreg vastagsága az olvadék viszkozitásán kívül a kéreg és a tűzállóanyag hővezetőképességétől, valamint a hőmérsékleti szintkülönbség nagyságától függ.

A folyékony fázis mennyiségének és viszkozitási fokának a kéregképződés sebességére gyakorolt hatását elég jól ismeri minden szakember, aki forgókemencékben történő klinkerégetéssel foglalkozott.

A cementgyárak gyakorlatában a folyékony fázis mennyiségének növelése céljából elterjedten alkalmazzák a vastartalmú adalékoknak (piritörk, vasérc, kohópor stb.) a nyersanyagkeverékhez való adagolását, valamint a nyersanyagkeverék „titérének“ átmeneti csökkentését.

Ismeretes, hogy a folypát magas hőmérsékleten a folyékony fázis viszkozitását mintegy felére csökkenti, és ezzel elősegíti a klinkerképzés folyamatának gyorsítását. A hőmérséklet csökkenésekor viszont a folypát elősegíti a folyékony fázis kristályosodását és erősen fokozza viszkozitását.

Az A. P. Panarin javasolta vasfoglalatú égetetlen krómmagnezit-téglák hosszú tartóssága mindenekelőtt annak köszönhető, hogy gyorsabban és jobban képeznek viszkózus kérget. Ennek magyarázata a tűzállóanyag összetételében előforduló vasérc és a monticelit ásvány (CaO, MgO, SiO₂) képződése, amely 1500° hőmérsékleten nagy viszkozitású olvadékot ad.

A kéregképződés elősegítése céljából, különösen a króm-magnezit bélés működésének első periódusában a zsugorítási övezetben néha egy kissé magasabbra fokozzák a hőmérsékletet, mint ahogy azt az égetendő nyersanyagkeverék megkívánja. Ez növeli a folyékony fázis mennyiségének képződését, ami azután, ha a kemence normális termikus feszültségi állapotába tért vissza, kéregképződésre vezet.

A kéregképződés sebessége, vastagsága és tartóssága a forgókemencék béléseinek élettartama szempontjából döntő jelentőségű (és ezt elég jól tudja a cementipar valamennyi szakembere), de mind a legutóbbi időkig nem találtak teljes ér-

tékű megoldást a kéregképződési folyamatok irányítására és szabályozására.

Mind mostanáig a cementiparban csak a folyékony fázis mennyiségének és egyes esetekben fizikai-kémiai jellemzőinek megváltoztatásával igyekeztek a kéregképződés folyamatát befolyásolni.

Bár a bélés belső és külső felülete közötti hőmérsékleti szintkülönbség növekedése a kemencetest hülése révén a klinker-olvadék viszkozitásának növekedését idézi elő és a kéregképződésre kedvező viszonyokat teremt, gyakorlatilag ezt a körülményt nem vették számításba és nem használták ki. Ugyanekkor a bélések mesterséges hűtését megdermedő olvadékból történő kéregképződés céljából az ipar sok ágában alkalmazzák.

A nagyolvasztók tűzállóbetétjét a legforróbb és legfontosabb helyeken vízcirkulációs köpenyekkel hűtik.

A bélések mesterséges hűtése a kúpólók és a vízköpenyes kemencék működésénél is széleskörű alkalmazásra talál.

A cementiparban a forgókemencék testének a zsugorítási övezetben való hűtését a legutóbbi időkig nem alkalmazzák, noha sokan és régóta felismerték már, hogy ez a bélés tartósságára kedvezően hat.

Azoknak a béléseknek az élettartama hosszabb, amelyeknek testét a zsugorítási övezetben jobban hűtik a konvekciós levegőáramok, különösen télen.

A cementiparban mindmáig nincs megoldva, hogy miként lehet a forgókemencék testét a zsugorítóövezetben mesterségesen hűteni, holott ennek nyilvánvaló előnyeit ismerjük.

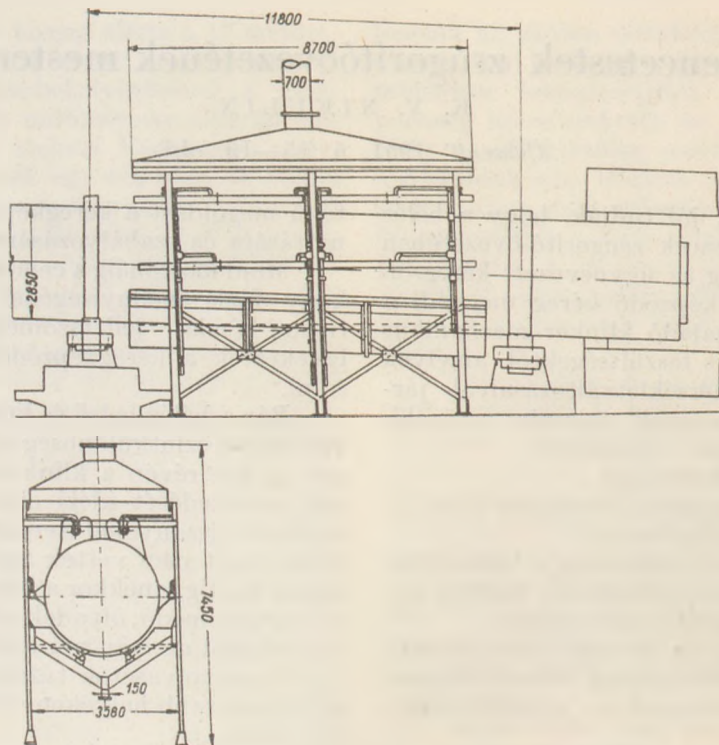
P. A. Judin kezdeményezésére 1950 végén foglalkozni kezdtek ezzel a kérdéssel és nagy lendülettel fogtak a megoldáshoz.

Jelenleg három megoldás kínálkozik a forgókemencetestek zsugorítóövezetben történő mesterséges hűtésének megoldására. Minthogy igen sok cementipari szakember foglalkozik ezzel a kérdéssel, cikkünkben leírjuk a javasolt módszereket.

I. A KEMENCETEST HÜTÉSE VÍZPERMETEZÉSSSEL

Ju. Sz. LURJE a műszaki tudományok kandidátusa cikke a „Cement“ 1951. 4. sz.-ban

A G i p r o c e m e n t azt javasolja, hogy a forgókemencék testét vízpermetezéssel kell hűteni. Az általuk javasolt elrendezés szerint a víz a kemence zsugorítóövezete mentén húzódó hat csövön keresztül jut a permetezőrendszerbe. A csövek hosszában 3 mm átmérőjű nyílások vannak, amelyekken át a víz sugarakban éri a kemence testét.



1. ábra.

A csövek úgy helyezkednek el, hogy a víz a kemence testét minden oldalról öntözze (1. ábra). A csőrendszer négy részre tagozódik. A két középrész nagyobb mennyiségű vizet ad, mint a két szélső. Ennek célja az, hogy a hűtött zsugorítóövezet és a kemence többi része között ne legyen éles határ. A víz és a meleg kemencetest érintkezésekor elkerülhetetlenül képződő vízgőz elvezetésére elvezetőrendszert szerkesztettek.

A vízfogyasztás csökkentésére a felhasználás után a vizet visszajuttatják a permetezőrendszerbe. Évigen 10 m³ űrtartalmú, külön szivattyúval ellátott tartányt építettek.

A Giprocement adatai szerint a 3,6 m átmérőjű forgókemence zsugorítási övezetének hűtéséhez, ha az öntözött zóna hosszúsága 11,5 m, 24 óránként mintegy 1000 m³ víz szükséges. A felesleges forróvizet a nyersmalmokba juttatják, az előzetesen a nyersanyag készítéséhez használt vizet pedig a permetezőrendszerbe vezetik. A kemencetest korróziójának meggátlása céljából a Giprocement azt javasolja, hogy a forgókemencék zsugorítási övezetét materializációval felvitt vékony alumíniumréteggel kell bevonni. A felvitt alumíniumréteg, amellett, hogy megóvja a kemencetestet a korrózió ellen, lehetővé teszi a kemencéből a környező közegbe átadott hő mennyiségének a csökkentését is. A kemencetest metallizációját 35–40 V árammal, elektrometallizátor segítségével végzik; a levegőnyomás 5–6 atm. A metallizációhoz 1,0–1,5 mm átmérőjű alumíniumhuzalt használnak. A kemencestest felvitt alumíniumréteg vastagsága 0,20–0,26 mm.

A Giprocement tapasztalatai azt mutatják, hogy a felvitt alumíniumréteg tartós; váltakozó viszonyok között — hol vízhűtéssel, hol vízhűtés

nélkül — folyó munka esetén sem figyeltek meg rétegleválást.

A leírt módszer előnye, hogy a berendezés igen egyszerű, bármely cementgyár a maga erejéből elkészítheti. A forgókemencék testének ilyen hűtését alkalmazva, állandó megfigyelésre és ellenőrzésre van módunk. A leningrádi cementgyárban minden kemencetestet vízöntéssel hűtenek. V. A. Arefjev közlései szerint a kéregképződés is jobb és a — zsugorítási övezet vízhűtésre való átállítása után, ami igen fontos — képződését szabályozni lehet. A kemencék működése normális. Jelenleg a gyár a Giprocementtel együtt megfigyeléseket végez a kemencék működésével kapcsolatban. A Giprocementben a kísérleti kemencével végzett vizsgálatok adatai szerint a kemencetestnek vízzel történő öntözése lényegesen javította a kérget és a kemencetest hőmérsékletét 300°-ról 100°-ra csökkentette, ami alapjában véve megerősíti a leningrádi üzem kísérleti eredményeit.

A Giprocement indítványozta eljárás fogyatékosága, hogy a kemencetest korróziójának megakadályozására külön intézkedéseket tesz szükségessé. Gyakorlati viszonyok között a kemencetest korrózió elleni védelmének egyszerűbb módszereit kellene kipróbálni, mint amilyen az alumíniummal történő metallizáció. A kérdés megoldásának feltételei megvannak. Ezenkívül a kemence hevített nyílt felülete lehetővé teszi a vízgőzöknek a műhelybe történő szétáramlását és azt követő kondenzációját. Ennek ellenére a módszernek egyszerűségénél fogva sok előnye van.

Az Építőanyagipari Minisztérium rendeletére ezt a módszert számos cementgyárban széleskörű üzemi vizsgálat alá kell venni. A vállalatok vezetői legrövidebb időn belül kötelesek tapasztalataikat közölni.

II. A KEMENCEKÖPENY ZSUGORÍTÁSI ÖVEZETÉNEK HÜTÉSE LEVEGŐÁRAMMAL

(V. N. JUNG cikke a „Cement“ 1951. 3. sz.-ban.)

V. N. Jung szerint a forgókemencék testének a zsugorítási övezetben történő mesterséges hűtése levegőárammal oldható meg és a levegő hőkapacitásának növelése végett finomra porlasztott vizet célszerű a levegőbe keverni. Ily módon a kemencetestet mintegy vízgőzzel hűtenők.

A kemencetest léghűtési módját 1951-ben a novoroszijszki „Proletár“ gyár próbálta ki. Ennek a cementgyárnak a króm-magnezit téglával bélelt forgókemencéje 50 napi munka után kéregképződés hiányában túlmelegedett. A túlzott átmelegedés megakadályozása céljából a kemencetest fuvatására ventilátort állítottak fel. A M. Prosztyakov közlése szerint a kemence léghűtése meggyorsította a kéregképződést és a kemence ezután még 100 napig működött; így tehát a kemence teljes kampánya 150 nap volt.

A novoroszijszki „Proletár“ cementgyár viszonyaihoz képest ily hosszú béléstartósságot csak a mesterséges hűtés jó hatásának lehet tulajdonítani.

A V. N. Jung javasolta módszer fogyatékoságai a következők:

1. A kemencetestek nagyteljesítményű ventilátorokkal való fuvatása, melyek gőzállapotú porlasztott vizet tartalmaznak, különösen ha több kemence van az üzemben, olyan konvekciós levegőáramokat okozhat, amelyek komolyan gátolják a kiszolgálószemélyzet munkáját.

2. A vízpárával telített levegő a kemencetest hidegebb részein kondenzálódik és ez különféle következményekkel jár.

3. Fuvatás útján történő hűtés nem biztosítja a kemencetest hőmérsékletének egyenletes csökkentését, minthogy a hűtőlevegőt nehéz a test minden pontjához elvezetni a zsugorítási övezet felületén.

Vitatható V. N. Jung nézete, hogy a kemencetestnek vízsugarakkal történő hűtése, még ha a víz cseppecskékké porlasztott is, a fémbe ártalmas feszültségeket idéz elő, amelyeket még fokozhat az a körülmény, hogy a bélés nem képes egyszerre lehűlni és megtartja méreteit. Ez csak az esetben következhetik be, ha az előzetes hűtés nélkül működő kemence testét átmenet nélkül kezd-

jük vízzel locsolni. Ha viszont a vízhűtést állandóan alkalmazzuk, a kemencetest fémjében káros feszültségek nemcsak hogy nem képződnek, hanem a meglévők még csökkennek is.

A levegőpárával végzett mesterséges hűtést — a szerző véleménye szerint — szakaszos üzemeltetéssel lehet megcsinálni. Ha a gyár forgókemencéi mesterséges hűtés nélkül működnek, akkor átmeneti helyi túlmelegedés esetén alkalmazható a javasolt, levegőpárával történő hűtés, amelyet a kéregképződés után bizonyos időre abbahagyhatunk és a kemencetest újbóli túlhevülése esetén ismét megkezdhetünk.

III. A KEMENCETEST HÜTÉSE A ZSUGORÍTÁSI ÖVEZETBE BEÉPÍTETT VÍZKÖPENNYEL

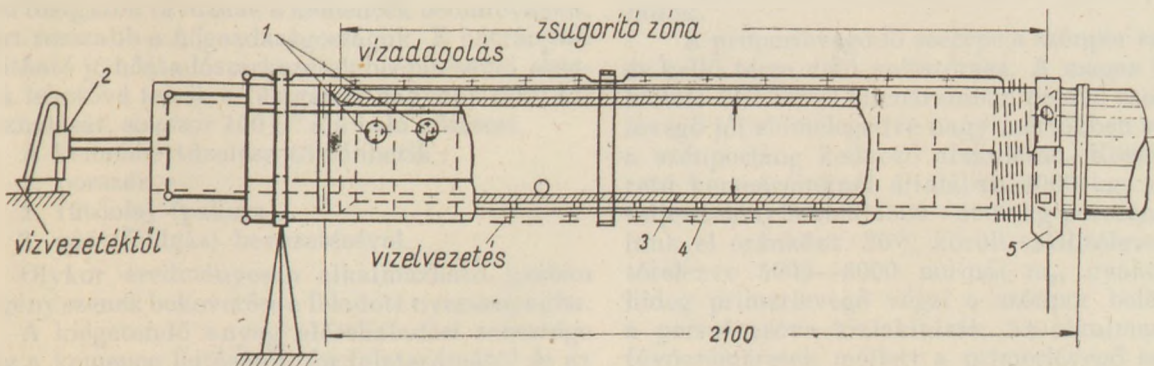
Ez a javaslat abból áll, hogy a kemence fémtestét a zsugorítási övezetben kettős fallal készítik, amelyek között hűtővíz cirkulál. A belső fémfal bélelve van, ez veszi magára a kemencetest minden terhét, a külső fal pedig köpenyként szolgál, hengeralakban zárva körül a hűtővizet.

A hűtés egyenletessége céljából a vízköpenyt gyűrűközbetétekkel részekre osztják. A köpenynek vízzel való táplálása a kemence tengelyében, a fejnél elhelyezett tömített csővezetékek útján történik. Különleges berendezések juttatják a vizet egyenletesen a vízköpeny egész területére.

A hőmérséklet és a folyamatos vízcirkulálás ellenőrzésére manométer, differenciál fogyasztásmérő és távolsági automatikus jelzőhőmérők vannak a berendezésre szerelve.

A Giprocementben a kísérleti forgókemencék testének vízköpeny segítségével történő hűtésével végzett kísérletek azt mutatták, hogy a kéregképződés javul (a kísérleti kemencénél a kéreg vastagsága 8—10 mm-ről 100—110 mm-re növekedett) és a kemencetest felületének hőmérséklete erősen csökken. Volt olyan elképzelés, hogy a kemencetest hűtésének ennél a módjánál a klinkerégetéshez szükséges tüzelőanyagfogyasztás növekszik, a Giprocement adatai szerint azonban a tüzelőanyagfogyasztás csökkenése volt megfigyelhető.

A forgókemencetest zsugorítási övezetének vízköpenye a 2. ábrán látható, vázlatosan.



2. ábra.

A vizsgált módszernek a következő előnyei vannak :

1. a kemencetest hűlési viszonyai egyenletesebbek és pontosabban szabályozhatók, mint a porlasztásos és méginkább a páras levegő eljárás esetén,

2. nem képződhetik pára a műhelyben, mert a hűtővíz zárt térben cirkulál.

A forgókemencék zsugorítási övezetében történő hűtésére szolgáló vízköpeny a kemencetest zsugorítóövezetének szerkesztése kérdésében új megoldást képvisel.

Ennek a módszernek fogyatékosága, hogy a bélés és a kemence vízköpeny alatt lévő részének ellenőrzésére külön berendezés szükséges, mint-hogy azt közvetlenül megfigyelni nem lehet. Ezenkívül intézkedéseket kell foganatosítani annak megakadályozására, hogy a vízköpeny belső felületén a meleg vízből vízkő ne rakódhassék le, vagy pedig időszakonként le kell tisztítani.

Jelenleg az Építőanyagipari Minisztérium utasítására a „Gigant“ cementgyár 3,6 m átmérőjű forgókemencéjénél vízköpeny szerkesztésével kapcsolatos üzemi kísérletek vannak folyamatban. Ezeknek a kísérleteknek az eredményeiről a cementipari szakemberek részletes tájékoztatást fognak kapni.

A forgókemence zsugorítóvének hűtésére alkalmazott háromféle mód összehasonlítása alapján a következő előzetes következtetéseket vonhatjuk le :

1. Gipro cement szerkesztette forgókemence zsugorítóövezetének vízűtés módját széleskörű üzemi ellenőrzésre és a cementgyárakban való alkalmazásra kell javasolni. Figyelmet kell fordítani a hűtővíz helyes vezérlésére és a minisztérium utasításainak megfelelően a szegecselt varratok tömítésére, valamint a kemencetest fémjének korrózió elleni védelmére,

2. a V. N. Jung javasolta levegőgőz fúvatási módszert szerkezetileg át kell dolgozni, hogy egyenletes hűtési viszonyokat és pontos szabályozhatóságot érjünk el. E kérdések megoldása után ez a módszer alkalmazásra fog találni azokban az üzemekben, ahol valamely oknál fogva a kemencetestek kényszerhűtése nem lehet intenzív és csak időszakonként alkalmazható,

3. a forgókemencetestnek vízköpeny segítségével a zsugorítóövezetben történő hűtésére vonatkozó javaslat érdekes a cementipar szempontjából, mert lehetővé teszi a kemencetest intenzívebb, egyenletesebb, pontosabban ellenőrizhető hűtését és teljesen kizárja a műhelyben képződő pára okozta kellemetlen következményeket.

Minden intézkedést meg kell tenni, hogy a leg-rövidebb időn belül gondosan lefolytassák a „Gigant“ cementgyárban az első vízköpeny-kísérleteket.

A forgókemencetest hűtésének kérdését csak úgy oldhatjuk meg műszakilag helyesen, ha üzemi viszonyok között ellenőrizzük a módszereket. Kétségtelen, hogy az üzemek még számos javítást fognak javasolni a vázolt kivitelezési módokon, és tökéletesítésekkel, új indítványokkal fognak előállni. Máskép ez nem is lehet.

Igen fontos az a körülmény, hogy ma a legtöbb szakember egyetért abban : a kemencetesteket mesterségesen kell hűteni a kéregképződés folyamatainak szabályozása végett. A kéreg határozza meg — egyébként egyenlő viszonyok között — a kemencék bélésének tartósságát, amely, mint tudjuk, a cementgyártás további fokozásának leg-döntőbb feltétele. Ezért minden üzemvezető ügyeljen az egyenletes kemenceüzemre (állandó összetételű nyersanyag és tüzelőanyag, egyforma hűtőtechnikai viszonyok biztosítása stb.) és fordítson nagy figyelmet a forgókemencék zsugorítási övezetének hűtésével kapcsolatos kísérletekre is.

A forgókemencés klinkerégetés új módszerei

P É N T E K L Á S Z L Ó

Hazai klinkerégető kemencéink jobb kihasználása érdekében ez év folyamán országos mozgalom kezdődött. Cserednyikov szovjet mérnök módszereivel a szovjet forgókemencéknél már évek óta kitűnő eredményeket értek el ezen a vonalon. E sikerek ösztönző hatására indult meg hazánkban is több cementüzemben a gyorségetési mozgalom. E törekvés lényege az, hogy égetőberendezéseink eddig megszokott fajlagos teljesítményeit megfelelő módosításokkal és új építőrendszerekkel lényegesen fokozzuk. Ahhoz, hogy a fejlettebb égetési módszereket megvalósíthassuk, alaposan meg kell ismernünk a forgókemencés klinkerégetés alapelveit, fő követelményeit. Azután pedig ki kell ismerni minden egyes kemenceegység természetét, hogy biztos kézzel nyúlhassunk hozzá.

A klinkerégető forgókemence feladata: a vegyileg megfelelően beállított, mesterséges keverékből zsugorításig égetett, hidraulikus tulajdonságokkal rendelkező kötőképes anyag előállítás. A nyersanyag előkészítése és feladási módja szerint különféle eljárások használatosak:

1. nedves eljárás iszapfeladással.
2. részben nedves eljárás, nedves granália, előkészítéssel.
3. száraz eljárás, lisztszerű vagy száraz szemcsés anyag bevezetésével.

A nyersanyag feladása egyenletes rétegvastagságban történik és az anyag a kemenceadottságok, valamint a nyersanyagtulajdonságok szerint határozott idő alatt áramlik végig a forgódob belsőjében. Az anyag előrehaladása közben állandó ellenáram intenzíven érintkezik a kemence hosszában változó hőfokú füstgázokkal. A füstgázok elsősorban az elégetett tüzelőanyag égésgázaiból állnak. A kemence belsőbb részein a nyersanyagból eltávozó CO_2 , az előmelegítő-, illetve szárítózónától kezdve pedig a nyersanyagok kémiaiilag és fizikailag kötött vizének gőze növeli a füstgáz mennyiségét.

A forgódobos égetőberendezések nagy előnye az, hogy az állandó forgás következtében egyenletes, jóminőségű égetés érhető el. Az égetés alakulása a tüzelőoldaltól jól megfigyelhető és ellenőrizhető. Hátrányuk az, hogy aránylag magas hőfokú füstgázok távoznak a kemencék beömlővégén, ezért rosszabb a hőgazdaságosságuk. E hátrányuk javítható jó hőátadás szerkezetek beépítésével, amelyek lehetővé teszik a füstgázok nagyobb fokú kihasználását, sokszor 100°C alá való hűtéssel.

A kemence tüzelése történhetik:

1. porszén,
2. fűtőolaj (pakura),
3. gáz (földgáz) bevezetésével.

Előnyök eredményesen alkalmazható gázban szegényszének bekeverése a feladott nyersanyagba.

A kiegészítő anyag előrehaladási sebessége függ a kemence lejtésétől, fordulatszámától és az anyagalmaz gördülési tulajdonságaitól. A klemen-

cék töltése általában $1/10$ — $1/12$ -e a szabad keresztmetszetnek, ezért aránylag kis anyagfelületet érhet csak a füstgázáram.

Forgás közben a különféle szemcsék osztályozásának és rézsűszögüknek megfelelően más-más sebességgel igyekeznek előre. Főleg a lisztszerű apró részecskék okoznak zavarokat az előrehaladásban, mert csúszásokat, megfutamodásokat idéznek elő görbülés helyett (zónázás). Az anyag áthaladási ideje a kemence méretétől és fordulattól függően általában 120 — 200 perc. Az előregördülő anyag állapota állandóan alakul, fajsúlya és térfogatsúlya az előrehaladás szerint változik.

Az anyagban végbemenő fizikai, illetve kémiai változások határolására általában 4 — 5 jellemző zónát szokás megkülönböztetni:

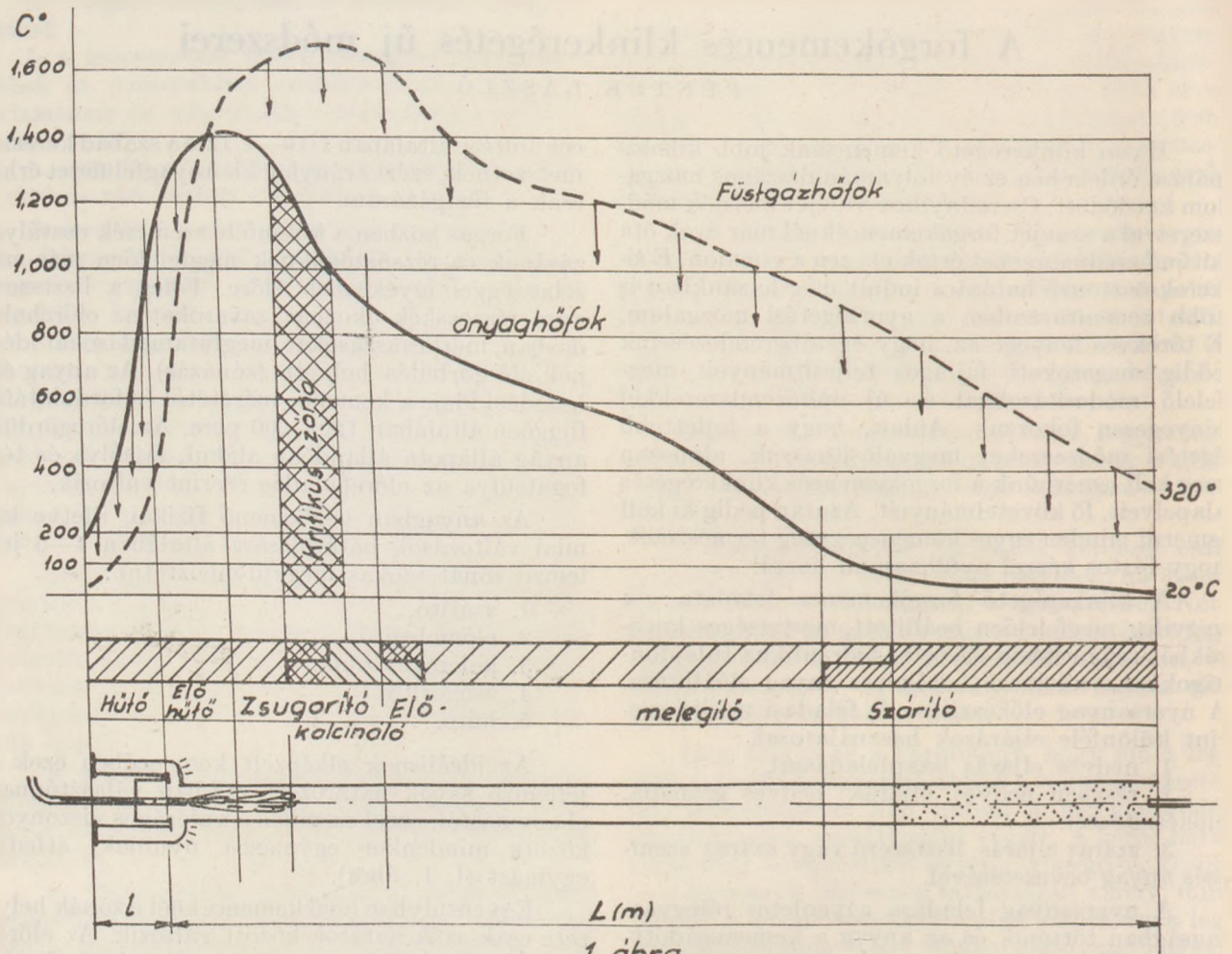
1. szárító,
2. előmelegítő,
3. kalcináló zóna,
4. zsugorító,
5. hűtő.

Az ideálisnak elképzelt kemencében ezek a jellemző sávok határozott csíokban választódnak el egymástól, ezzel szemben a valóságos viszonyok között mindenkor egymásba nyúlnak, átfedik egymást (l. 1. ábra).

Egyensúlyban lévő kemencéknél e zónák helyzete csak szűk határok között változik. Az előreáramló anyagnak és a szembeáramló égésgázoknak, illetve füstgázoknak állandóan dinamikus egyensúlyban kell lenniük. Ez akkor áll be, ha az anyaghőfokok és a füstgázhőfokok a különféle zónákban állandósulnak.

A nyersanyag adottságainak, az áthaladási időnek, a kívánt teljesítménynek megfelelő hőfokviszonyokat megfelelő tüztartással kell biztosítani. Hazai kemencéinkben egyelőre jobb-rosszabb minőségű barnaszénekkel tüzelünk. A megkívánt nagy tűzintenzitás csak porrá őrölt és levegővel benyomott szén robbanásszerű elégésével biztosítható. A jó és gyors elégés általános feltételei: megfelelő finom őrés, gyors előmelegítés gyulladási hőfokig, elegendő égéstápláló levegő, jó keveredés a levegő és a tüzelőanyag között, meleg környezet-hőfok.

A primerlevegő fő szerepe a szénpor szállítása és kellő térre való szétszórása. A magas hőfokon kiömlő klinkerrel ellenáramban bejövő szekunderlevegő jól előmelegedve nagy mértékben segíti elő a szénporláng kedvező alakulását. Közepes méretű kemencéinknél általában 4000 kg, nagyobb teljesítményűeknél 4500 — 5000 kg porszenet tüzelünk el óránként. 20% körüli szállítólevegőt feltételezve 5000 — 6000 normál m_3 , gyakorlatilag hideg primerlevegő végzi a szénpor belövelését, a porszéncsóva kialakítását. Az alkalmazott befúvócsőméretek mellett a primerlevegő sebessége 30 — 45 m/mp között változik, $0,7$ — $0,8$ kg/Nm³



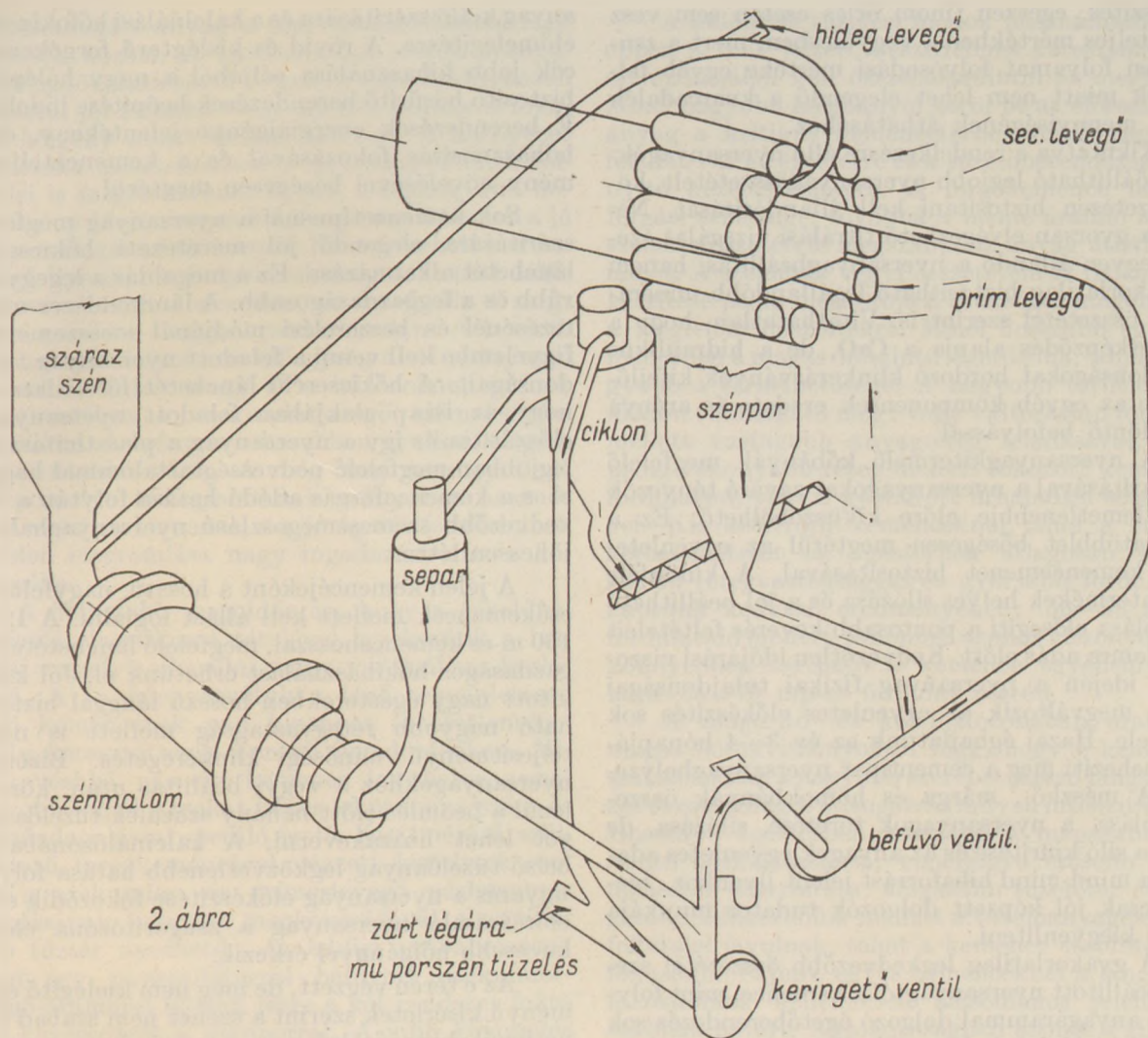
1. ábra.
A forgókemence jellemző szakaszai.

porterheléssel. A szénpor elégését nagyobb mértékben befolyásoló előmelegített szekunderlevegő az égő végénél kb. 4–5 m/mp sebességgel áramlik a kemencetestben. Közel párhuzamos áramlás esetén nehezen keveredve, a lényegesen nagyobb sebességű primerlevegő szinte „keresztülöki” magát a szekunderlevegőáramon. A jó elégés viszont éppen nagyon jó keveredést kíván. Ezért a primer- és szekunderlevegőáramok helyes összehangolása egyik fő tényezője a fejlettebb égéstechnikának. A jó égési feltételek kielégítésével, az áramlási viszonyok helyes összehangolásával, a szénőrlemények megfelelő szemcsenagyságával, kellő lánghossz és annak megfelelő hosszúságú égetőzóna állítható elő (2. ábra).

Ahhoz, hogy meglévő égetőberendezéseinknél a jobb kihasználást, a nagyobb fajlagos teljesítmények elérését biztosító módszereket kiküldjünk, szükséges a kemencében végbemenő folyamatok legalaposabb kikísérletezése.

A lábatlani cementgyárban végzett kísérletek a kemence üzembehelyezésével kapcsolatban legelőször az iszap víztartalmának változtatásával folytak. A hőmérlegben szereplő hőigények közül kiemelkedik az iszap víztartalmának elgőzölög-

tetéséhez szükséges hő mennyisége, amely felülmúlja a tisztán klinkerégetésre igényelt hőmennyiséget. Érthető az a törekvés, amely a víztartalom csökkentésével kíván hőenergiát megtakarítani. A víztartalom csökkentésének azonban határt szab az a követelmény, amely szerint az adott szárítóberendezéstől úgy kell kikerülnie a nyersanyagoknak, hogy a további hőátvitel szempontjából kedvező alakot nyerjen. Nem szabad megfedkezni arról, hogy a forgókemencék szárítózónájában bőségesen áll rendelkezésre alacsonyabb rendű hő, amelyet megfelelő módon kell kiaknázni. Üzemi kísérleteink 43–34% közötti víztartalmú iszapokkal folytak. Felhasznált nyersanyagainknál a legkedvezőbb víztartalom 35–36%-ra adódott, mert a próbalyukakon vett minták vizsgálata mellett távozott az anyag a legkedvezőbb szemcseállapotban a lánczónából. A láncokat elhagyó előrehaladó szemcsék átlagos nedvességtartalma 10–12% között volt. Adott láncbeépítés esetén ez az az optimális iszapvízmennyiség, amelynél a lánczónából kikerülő nyersgranáliák szemcsemegoszlása a legkedvezőbb. A kelleténél alacsonyabb víztartalom esetén emelkedik a távozó füstgáz hőfoka és hirtelen megnő a porveszteség.



2. ábra

zárt légáramú porszén tüzelés

Különböző kőbányatermékek aránya szerint mineralogiai összetételüktől függően, a nyersörlemények viselkedése mind a fizikai előkészítés (örlés, homogenizálás), mind a vegyi folyamatok során nagy mértékben változó. Az ideális nyersanyag az volna, amely a portlandcementklinker alkotóit ásványi állapotából természetes keverék formájában magával hozná. Az ilyen anyag előkészítése lényegesen egyszerűbb feladat volna, mint egyetlen mesterséges keverékek létrehozása. Minél távolabb állnak a mesterséges keverék összetevői ettől az ideális nyersanyagtól, annál nehezebb a nyersanyag előkészítése, kezelése és kiegészítése. Természetes keverékek zsugorodási tulajdonságai lényegesen kedvezőbbek. A látatlan cementmárgával végzett kísérletek során — amelyeket részben akná-, részben forgókemencékben végeztünk — igazolódott az, hogy a természetes keverékeknél még a zsugorodási hőfok alatt is nyerünk hidraulikus tulajdonságú kötőanyagot, jelül annak, hogy az alkotóelemek egymásra hatása szilárd fázisban is végbemehet. A mesterséges keverékeknél ilyen intenzív kapcsolatot csak a folyós állapot megindításával lehet létrehozni az alkotók között. A folyós állapot megindítását biztosító

gerjesztő-hőfok, amelyenél az újra plasztikussá váló anyagban a magasabb rendű klinkerásványok képződése megindulhat, a mesterséges keverék összetételétől függően erősen változik.

Magasabb mésztartalmú, több kvarc-kovaszavat tartalmazó és durvábban előkészített nyersanyagörlemények zsugorítása azonos tüzelési viszonyok esetén nehezebben megy végbe. A nyersanyagelőkészítésnél az a fő szempont, hogy a keverék összeállításánál a vegyi alkotórészek legtöbbje lehetőleg már „születésétől fogva“ együtt legyen a komponensekben.

Az elvégzett kísérletek szerint a rendelkezésre álló anyagok közül a triázmészkövel szemben az édesvízi mészkő örlési, granáliképződési és zsugoríthatósági szempontból egyaránt kedvezőbb eredményeket adott. A cementmárga mennyiségi növelése a kvarchomok rovására ugyancsak kedvezőbb égetési lehetőségeket hozott. Felhasznált nyersanyagaink közül ez hasonlít az ideális nyersanyaghoz, mert természetes állapotában bizonyos arányban tartalmazza az összes alkotórészeket. A száradó nyersanyag szemcsék kedvező plaszticitását ez az alkotórész segíti elő leginkább.

A durva bányahomok még a legjobb fizikai

előkészítés, egészen finom űrlés esetén sem vesz részt teljes mértékben a vegyülésben, mert a zsugorítási folyamat folyósodási mértéke egyéb feltételek miatt nem lehet elegendő a kvarcadalék teljes mennyiségének áthatásához.

Kiküldve a rendelkezésre álló nyersanyagokból előállítható legjobb nyersanyagösszetételt, következetesen biztosítani kell állandóságát. Nemcsak a gyorsan elvégezhető titrálási vizsgálat szerint legyen állandó a nyersanyagbeállítás, hanem a gyakorlatilag biztosítható legállandóbb mineralógiai összetétel szerint is. Vitathatatlan, hogy a klinkerképződés alapja a CaO, de a hidraulikus tulajdonságokat hordozó klinkerásványok kifejlődésére az egyéb komponensek eredete és aránya van döntő befolyással.

A nyersanyagkitermelő kőbányák megfelelő letakarításával a nyersanyagokat zavaró tényezők legkellemetlenebbje előre kiküszöbölhető. Ez a munkatöbblet bőségesen megtérül az egyenletesebb kemencemenet biztosításával. A különféle bányatermékek helyes silózása és a jól beállítható adagolása elősegíti a pontosabb keverés feltételeit a malomra adás előtt. Kedvezőtlen időjárási viszonyok idején a nyersanyag fizikai tulajdonságai miatt megváltozik az egyenletes előkészítés sok feltétele. Hazai éghajlatunk az év 3—4 hónapjában nehezíti meg a cementipar nyersanyaghelyzetét. A mészko-, márga és homokbányák összehangolása, a nyersanyagok töretése, silózása, de főleg a siló kiürítése és az anyagok egyenletes adagolása mind-mind hibaforrást jelent ilyenkor, melyet csak jól képzett dolgozók tudatos munkája képes kiegyenlíteni.

A gyakorlatilag legkedvezőbb összetétel szerint beállított nyersanyagtól a kemence, mint folytonos anyagárammal dolgozó égetőberendezés sok feltétel kielégítését követeli. Hazai kemencegyártásunk nincs, így legtöbbször (sajnos) ötletszerűen vásárolt kemenceegységekhez kell a nyersanyagösszetételt és a tüzelést idomítani. Igazi értelemben vett, helyesen dolgozó forgókemencéről csak ott lehet szó, ahol alapos nyersanyagvizsgálatok után a rendelkezésre álló tüzelőanyagok figyelembevételével tervezik meg a megfelelő kemencetípust, amelynél össze lehet hangolni az ideális megközelítő nyersanyagbeállítást a tüzeléstechnikai szempontokkal úgy, hogy az égetőberendezés teljes hosszában kielégítse a fokozott követelményeket.

Meglévő forgókemencéink általános hibája, hogy rossz a hőgazdaságosságuk. A magas hőfokon távozó füstgázok folytán, továbbá a homogenizáláshoz szükséges, aránylag nagy mennyiségű víz elpárologtatása miatt nagy hőveszteségek állnak elő. Jobb hőkihasználás esetén a kemence megerősödik. E célból jöttek létre a világszerte alkalmazott különféle hőkicszerelő-szerkezetek, amelyeket részben a kemence előtt, részben a kemencetest belső részébe építenek be. Már régóta üzembenlévő forgókemencéknél, amelyek kicsiny mérete a belső beépítmények szempontjából kedvezőtlen, a leghelyesebb megoldásnak kínálkozik egy intenzív hőkicszerelő berendezés felszerelése, amely jó töltésszállal dolgozva, aránylag kis térben képes az

anyag kellő szárítására és a kalcinálási hőfokig való előmelegítésre. A rövid és kislégterű forgókemencék jobb kihasználása céljából a nagy hőlépcsőt biztosító hősűrítő berendezések beépítése indokolt. E berendezések energiaigénye jelentékeny, de a hőhasznosítás fokozásával és a kemenceteljesítmény növelésével bőségesen megtérül.

Sok kemencetípusnál a nyersanyag megfelelő szárítására elegendő jól méretezett hőkicszerelő láncbetét alkalmazása. Ez a megoldás a legegyszerűbb és a leggazdaságosabb. A láncrendszer méretezésénél és beszerelési módjánál messzemenően figyelembe kell venni a feladott nyersanyag tulajdonságait. A hőkicszerelő láncbetét főfeladata az, hogy az iszap alakjában feladott nyersanyagot előszárítsa és így a nyersanyag a plaszticitásának legjobban megfelelő nedvességtartalommal hagyja el a kemenceforgás adódó hatása folytán a legkedvezőbb szemcsemegoszlású nyersanyaghalmozójához létre.

A jelen kemencéjeként a hosszú, nagyfelületű csökkemencék mellett kell állást foglalni. A 120—150 m-es kemencehosszal, megfelelő láncbetétekkel gazdaságos hőkihasználást érhetünk el. Jól kialakított nagy égésterekben hosszú lánggal biztosítható nagyobb rétegvastagság mellett is nagy teljesítményű minőségi klinkerégetés. Bizonyos nyersanyagokhoz a vegyi beállítás után, közvetlenül a beömlés előtt néhány százalék tüzelőanyagot lehet hozzákeverni. A kalcinálózónában a belső tüzelőanyag legközvetlenebb hatása folytán ugyanis a nyersanyag előkészítése fokozódik és az előáramló nyersanyag a zsugorítózána elejére kevesebb hőigénnyel érkezik.

Az e téren végzett, de még nem kielégítő eredményű kísérletek szerint a szén nem szabad közvetlenül hozzáörölni a nyersanyaghoz, mert az iszapkezelés, illetve ellenőrzés során nagy egyenlőtlenségek tapasztalhatók és a pontos vegyi beállítás nagy mértékben megnehezül. A szovjet irodalomban ilyen irányú kísérletekre vonatkozóan már komoly eredményekről számolnak be.

Bármilyen nyers formából kiindulva kerül is a nyersanyag a kemence legkritikusabb zónájába, a kalcináló- és a zsugorítózána közös „átlapolt” sávjára, a kemenceteljesítmény leginkább ennek az aránylag szűk tűzternek a teherbírásától függ. A kemencének ebben a szakaszában sűrűsödik össze ugyanis az előző kemencerészek nem kielégítő működése esetén az a sok kellemetlen behatás, amelyek rendszerint az egész kemence hőegyensúlyát megbontják. Miközben a kemence elején feladott nyersanyagok a kemence hosszában végighömpölyögnek, fizikai jellemzőik lényegesen megváltoznak. A kemence egyes szakaszainak egyedi szemcse- és halmaztulajdonságaik különbözők. Az aránylag hosszú út közben a széles skálájú szemcsemegoszlás miatt állandóan fennáll az egyenlőtlen előrehaladás lehetősége. Fokozottabban fennáll ez a veszély erősen porosodó, rosszul granulálódó nyersanyagoknál. A szemcsemegoszlástól erősen függően a szárító- és kalcinálózána munkája szerint, a kemence látható tűzterében változó mértékben jelenik meg a még nem tel-

jesen kalcinált anyag a már zsugorodásban lévő szemcsék között. A kalcinátlan részek arányának megnövekedésével — amely a kémlelőnyíláson keresztül jól látható — az égéstér hőfoka a fokozott hőigény miatt erősen csökken. A környezet hőfokának csökkenésével a szén elégetésének feltételei is megromlanak. Éppen a legnagyobb hőszintigény idején rosszabbodnak meg ilyenkor a jó és gyors elégés körülményei. Erősen terhelt kemencéknél ilyenkor a forgási sebesség átmeneti csökkentésével segít elsősorban az égető. Ez a megoldás azonban nagyon gazdaságtalan. A lassúbb előrehaladás folytán az időegység alatt arányosan kevesebb klinker megy át a hűtődobon, aminek következtében a szekunderlevegő előmelegítése is csökken. A szénpor nehezebben gyullad, elégése vontatottabbá válik. A még meg nem gyulladt szénporcsóva térfoglalásának arányában hasznos teret veszít a kemence, s a jó égetés feltételeinek hirtelen megromlása nagy ingadozást visz a kemencébe.

A helyesebb megoldás az, hogy a tüzelőberendezés elasztikusabb tételével igyekszünk a lassulási veszélyt elkerülni, vagy minimálisra korlátozni. A jó hőegyensúlyban lévő, egyenletesen forgó kemencének van bizonyos tehetetlensége, amely keresztülegíti apróbb ingadozásokon. Minél kevésbé van egy kemence leterhelve, annál nagyobb ingadozásokat képes leküzdeni a szén- és levegőadagolással operáló égető. Kisátmérőjű, szűk égésterű forgókemencével végzett kísérletek szerint a szekunder- és primerlevegő párhuzamos áramlásának fokozott megkavarásával elasztikusabb tüztér nyerhető. Az eddigi próbálkozások során egy poventilátorral befűvott szekunderlevegő-árammal hoztuk létre a két rendszer fokozott keveredését a szénporral. A jobb keveredés kedvező hatása abban nyilvánul, hogy a szénporcsóva hossza és ezzel együtt a légtér áthelyezés nagy határok között változtatható, a keverőlevegő fokozásával a haszontalan szénporcsóva-térrész minimumra mérsékelhető. Így a kemence legfontosabb sávjában nyerünk hasznos terhet, ami a teljesítményfokozás szempontjából elsőrendű fontosságú.

A kellőképpen nem kalcinálódott szemcsék megjelenése minden kemencetípusnál előfordulhat a tűzintenzitás állandóság mellett is. A valódi kemencéknél az előrehaladó klinkerrétegben az egész kemencehosszban nincs egyenletes hőkeresztmetszet, ennek megfelelően nem lehet egyenletesen megmunkált anyag sem. A próbalyukakon keresztül vett mintákból szétválasztott különböző szemcsék vizsgálata más-más eredményt mutat. Minden forgókemencére állni kell azon megállapításnak, hogy az előreáramló anyag porszerű alkatrészei gátolják a kemencefalazat hőátadását az anyagalmazra és megzavarják a határozott törvény szerint gördülni tudó szemcsék szabályos mozgását. Ennek következtében különben azonos égésgázviszonyok ellenére is felbomlik az egyenletes hőátadás, illetve hőátvétel feltételeinek rendje. A klinkeranyag állapot megváltozásának visszahatásaként a füstgáz hőfokviszonyok is kedvezőtlenül megváltoznak.

A különféle tüzelési módok használhatóságát éppen a fent jelzett veszedelmes keresztmetszet szempontjából kell összehasonlítani és megítélni. Minél nagyobb hőigénnyel kerül be az előreáramló anyag a kritikus kemencetérbe, annál nagyobb feladat vár az égéstérre és a tüzelőberendezést irányító kezelőszemélyre. A forgókemence lejtése, forgási sebessége, továbbá a benne áramló anyag szemcseösszetétele megszabja az anyag áthaladási idejét. A szemcsék vegyi összetétele és fizikai előkészítése pedig megszabja a szükséges hőigényt és a megfelelő hőszinteket. Minél hosszabb egy kemencében a magas hőszintű égetőzóna, annál nagyobb a terhelhetősége. A nagyobb terhelés két módon valósítható meg: vagy változatlan fordulat mellett vastagabb anyagréteg feladásával, vagy pedig vékonyabb réteg mellett fokozott kemencefordulattal, vagyis gyorsított áthaladási sebességgel. Kis átmérőjű kemencéknél, ahol a szabad keresztmetszet az égésterben átlagosan 4 m^2 , kisebb rétegvastagsággal és gyorsabb fordulattal kaptunk kedvező eredményeket; 56—58 mp-es fordulatidő mellett, különben azonos viszonyoknál, könnyebben tartható a kemence egyensúlyban, mint 65—70 mp-es fordulat esetén.

A zsugorító- és kalcinálózónában uralkodó magas hőfokviszonyoktól függ, hogy e kemenceszakaszokban a nagyobb szerepet játszó lángsugárzás és másodlagos falsugárzás milyen intenzitásúak. Hosszabb égésterben hosszabb a magasabb hőszintű hőskálaszakasz, ennél fogva erősebb a kemencetér teherbírása. Magasabb tüzelőtér és magasabb klinkerhőfok mellett a tüzelőanyagelégetés feltételei javulnak, tehát a kemence stabilitása is fokozódik. Sajnos, egyes kemencéknél a lánghossz fokozásának kellemetlen másodlagos jelenségek szabnak határt. Általánosságban azonban áll az a megállapítás, hogy fokozódó égésterhosszabbítással és a megengedhető maximális tüztértemperatúrával növelhető a kemence terhelése.

A jóminőségű szén mechanikai előkészítése folytán a szemcsék széles skáláját tartalmazza a befűvott szénpor. Sok tényezőtől függ, hogy a szén elégése a rendelkezésre álló égéstérben hogyan alakul. A szén illógáztartalma, nedvességtartalma, vegyi összetétele, szemcsemegoszlása, a szállító levegő mennyisége és hőállapota, a környezet hőfoka, a szénporfelhő, valamint az égéstápláló levegő áramlási viszonyai mind olyan tényezők, hogy ezek helyes összehangolása eredményezhet csak elasztikusan szabályozható hosszú lángot, amellyel biztosítható a kívánt hosszú égéster.

Hazai barnaszénekkel végzett kísérletek szerint 1—2%-ra leszáritott és 5—6%/4900 finomságra örölt szénporral kedvezőtlenebb eredményeket kaptunk, mint 4—5% nedvességtartalmú és 10—12%/4900 finomságú szénörleményekkel. A bizonyos nedvességtartalom kedvező hatása valószínűleg az égési reakció többlépcsős végbemenetelésének elősegítésében játszik szerepet. A szélesebb szemcsekála viszont az égési idő és hossz kitolásával járul hozzá a hosszabb és kellő intenzitású lángzóna kialakításához.

A román cementgyárakban látott pakura- és gáztüzeléseket összehasonlítva a hazai barnaszén-

por-tüzelésekkel, megállapítható, hogy a széntüzelőberendezések ma még előnyösebbek. Bár mind a pakura, mind a gáz lényegesen dúsabb kalóriájú, mint hazai barnaszeneink, aránylag rövid tüzterekkel dolgoznak, ami fajlagos terhelések szempontjából hátrányos. A mai gáz- és olajégők továbbfejlesztésével az egyszerű közepsőégő helyett kombinált és több párhuzamosan kapcsolt égővel lényegesen elasztikusabb és hosszabb, vagy tűzintenzitású égéstereket kell előállítani. Az egyszerű befűvőkkel a gáz-, de különösen a pakura-tüzelésnél szűk, de igen magas intenzitású égéster áll elő, amely veszedelmes a falazatra és kevésbé használható ki a klinker szempontjából, mint a hosszabb, egyenletesebb égéster. Több párhuzamosan és valószínűen különböző nyomással dolgozó porlasztóval meg kell találni a jobb égésteret biztosító feltételeket. Ennek biztosítása után a folyékony és a gáznemű tüzelőanyag egyenletessége és könnyebb szabályozhatósága kényelmesen kezelhetősége, valamint lényegesen olcsóbb előkészítése nagyobb lehetőségeket fog megnyitni az automatikus tüzelés megvalósítása felé.

Összefoglalva a jellemzőket, megállapítható, hogy a jelen kemencéje az egyszerű, hosszú, nagyméretű forgókemence, amely aránylag jó hőkihasználással jó, egyenletes minőségű klinkert ad maximális teljesítmény mellett is. A jelenlegi legkedvezőbb forgókemencetüzelési mód a jóminőségű porszénnel valószínűen meg, amely hosszú, jó hőmegosztású égésteret biztosít a nagyobb klinker-teljesítmény fogadására és egyenletes kiégetéséhez. Nagyméretű, viszonylag nagy égésterű kemencéknél nagyobb rétegvastagság, kisátmérőjű, szűk égésterű kemencéknél gyorsabb kemencefordulat kívánatos.

A hatásosabb, nagyobb teljesítményű klinkerégetés feltételeinek kikutatása aránylag könnyű feladat. Lényegesen nehezebb a követelmények egyenletes, állandó kielégítése. A nyersanyag- és tüzelőanyagváltozások, amelyeket a kemencére adás előtt sok gátló körülmény miatt ma még nem lehet kiküszöbölni, sokszor és nagy mértékben zavarják meg az egyenletes üzemmenetet. A műszaki feltételek javítása sokat segít, de a kiszolgáló-berendezéseknek és főleg az égetőberendezéseknek a kezelőszemélyzete döntő szerepet játszik a kemence üzemmenetében. A kényyszerűségből előálló, ma még előre el nem hárítható zavaró tényezők helyes felismerésével és az égetőberendezésnek a változatoknak megfelelő tudatos, helyes átállításával a jól képzett égető kitűnően biztosítja az egyenletes, nagyobb teljesítményű égetést. Állandó továbbképzéssel meg kell szabadulni a „kuruzslás” veszedelmétől, a szubjektív tényezők és az exakt tárgyi tényezők szerencsés össze-

hangolásával többet és jobbat nyújthat az égetőberendezés gazdája, a klinkerégető.

Minden kísérletező ember a sok kudarc reakciójaként ösztönösen vonzódik valamilyen megnyugtató, ideális berendezés felé, amellyel szeretnék feledtetni a valóságos kemencéről szerzett kedvezőtlen tapasztalatokat. A cementklinker égetéssel foglalkozók vágya olyan kemencetípus, amely megvalósítja az egyenletes nyerszemcsék előállítását a poros és az apró szemcsék kiszűrésével és újra feldolgozásával. Továbbá lehetővé fogja tenni külön-külön a szárító- és az előmelegítő-, a kalcináló- valamint a zsugorító- és a hűtőzónák optimális kihasználását. E kívánalmakat egyidejűen a jelen kemencéi ma még nem elégítik ki, mert az egybeépítés konstruktív előnyeit választjuk. Hogy az optimális viszonyokat egyetlen forgódobbal, vagy pedig megfelelően megosztott és tökéletes kiszolgálóberendezésekkel ellátott kemencével fogják-e megvalósítani, azt még sok kísérletnek kell eldönteni. Egy bizonyosnak látszik, hogy a forgókemencés elvnek kell tovább fejlődni, az aknakemencék nagy töltési fokával járó előnyöket figyelembe véve, a mostani 1/10—1/12 töltési foknál lényegesen magasabb töltési fokkal dolgozó kemencékkel.

Képzeltbeli eszményi kemencecsoportunk pilanatnyilag a kemence különböző zónáiban lezajló fizikai és kémiai folyamatokat tökéletesen megvalósító több külön dobból áll, amelyek a végigáramló égéstermékek hőenergiáján kívül szükséghez mérten időnkint póttüzelésből kapják meg a maximális hatásfokuk kifejtéséhez szükséges hőenergiát.

Az, hogy mit kellene „tudni” a jó forgókemencének, azt a gyakorlómérnök tapogatódzásai közben szerzett tapasztalatai alapján ösztönösen érzi. Az eszményi kemence egyelőre minden egyes jellemző zónájában más-más mérettel és fordulattal forog és termeli a legjobb granáliákat, egyenletes anyag- és hőkeresztmetszetben hőpályai előre a klinkert — a valódi kemencénél legveszedelmesebb keresztmetszet, a zsugorító zóna kezdete felé. Az eszményi kemencénél ez a legerősebb, legstabilabb zónává válik, a klinkerásványképződéssel járó bőséges exotherm hő jótékony erősítő hatása folytán. Az ideális kemence egészséges hőállapotára érzékeny, fotocellás jelzőműszerek vigyáznak és felettük őrökdi a jó klinkerégetés minden feltételét jól ismerő fejlettebb ember, a jövő klinkerégetője.

Arra, hogy miként lehet az eszményi viszonyokat megvalósítani, a klinkerégető tüzeléstechnikusok és az égetőberendezéseket tervező konstruktőrök együttes, következetes, szívós munkája fog feleletet adni.

A forgókemence tökéletesítése

HODOROV, LURJE, DOBROVOLSZKIJ és GLADKOV vitája

„Cement“ 1952. 1. szám, 5—9. oldal.

A háború utáni ötéves sztálini tervben felépült cementgyárak főképpen 150 m hosszú és 3,6, m. illetve 3,3 m átmérőjű nedves gyártási eljárással működő forgókemencékkel vannak felszerelve. Ha az iszap nedvességtartalma 38—40%, egy-egy ilyen kemence naponta több mint 600 to cementklinkert termel, a klinkerégetésre eső fajlagos hőfogyasztás pedig mintegy 1600 kcal/kg.

Átmérőjük és hosszúságuk jelentékeny megnövelése következtében a kemencék teljesítménye a háború előtti cementipari átlagnak több mint kétszerese. Ennek megfelelően csökkent a kemencék építésére fordított tőkebefektetés és nőtt a munka termelékenysége; a kemencék hossza és átmérője közötti arány növekedett, ami egyenlő kihasználás esetén hatásfokukat a kemencék háború előtti átlagos hatásfokához képest, körülbelül 25%-kal növelte.

A cementipar kapacitásának további növelése megköveteli, hogy ne állapodjunk meg a cementklinker égetésének mai technikai színvonalán, hanem keressünk a cementgyárak építését megkönnyítő és a klinkergyártás termelékenységét, hő-hatásfokát tovább fokozó új megoldásokat.

Az új cementgyárak építésénél különböző nyersanyagokat vettek alapul. Nem kétséges, hogy a nedves eljárás helyes, mert ezt kiváló műszaki és gazdasági értékén kívül, egyszerűség és megbízhatóság jellemzi. Folytatni kell azonban munkánkat a forgókemencék további tökéletesítésére.

A forgókemencék leglényegesebb fogyatékosága: alacsony fajlagos teljesítőképességük. A forgókemencék építése jelentékeny tőkebefektetéssel jár, döntő tényezője a kemence hossza.

A forgókemencék építésével kapcsolatos tőkebefektetés csökkenthető. Erre a forgókemencék gyártása terén elért sikerek adják meg a lehetőséget. Lehetővé vált az átmérő jelentékeny növelése és ezáltal a hosszúság csökkentése. Felmerült a forgókemencék legkedvezőbb keresztmetszetéről alkotott elképzelés felülvizsgálata, részben a kemence hossza és átmérője közti viszonyra való figyelemmel. Természetes, hogy az ilyen felülvizsgálatot megbízható gyakorlati adatokkal kell alátámasztani.

A forgókemencék működését meghatározó törvényszerűségekkel kapcsolatban kétféle álláspontot képviselhetünk. Az egyik szerint a forgókemence égésiö-v-átmérőjének mérete határozandó meg, minthogy ez egyértelműen megszabja a kemence hőkapacitását: az óránként a kemencében fejlődő hő mennyiségét. A forgókemencék teljesítőképességét eszerint az alábbi képlet határozná meg:

$$G = \frac{Q}{q} = \frac{f(D)}{\varphi(Q)} \quad (1)$$

G = a kemence teljesítőképessége kg/óraban,

Q = a kemence hőkapacitása kcal/óraban,

q = a klinker égetésére fordított fajlagos hőmennyiség kcal/kg-ban,

D = a kemence átmérője m-ben.

Ha a kemence óránkénti hőfogyasztását az égési övezet átmérőjének függvényében jelöljük meg, megállapíthatjuk, hogy minél nagyobb az óránkénti hőfogyasztás aránya a kemence egész hőátadási felületéhez (a kemence „erőltetésének“ mértéke), annál nagyobb a távozó gázok hőmértéke, a fajlagos hőfogyasztás, a gázok sebessége; több anyag távozik poralakban a kemencéből és több lesz a klinker égetéséhez feladott nyersanyag mennyisége. Így tehát az egyes kemencék-nél az „erőltetés“ mértékének függvényében a klinkerégetéshez szükséges fajlagos hő- és nyersanyagmennyiség, valamint a teljesítmény eltér az optimális értékektől.

A másik szempont szerint a forgókemencék teljesítőképességét alapjában véve az anyagnak átadott hőmennyiség határozza meg, amely viszont a hőátadási felülettel, valamint a gázok és az anyag átlagos hőmérsékletének különbségével arányos. Tehát

$$G = \frac{\alpha F \Delta t}{k} \quad (2)$$

G a kemence teljesítőképessége kg/óraban,
 α a hőátadási együttható Kcal/m² —fok, órában,

F a hőátadási felület m²-ben,

Δt a gázok és az anyag átlagos hőmérséklet-különbsége fokokban,

k az a hőmennyiség, kcal/kg-ban, amelyet az anyagnak át kell adnunk ahhoz, hogy 1 kg klinkert kapjunk.

A távozó gázok hőmérsékletének növelésével nő a gázok és az anyag hőmérséklete közti átlag-különbség, aminek következtében nő az anyagnak átadott hőmennyisége, de egyidejűleg a klinker égetéséhez szükséges fajlagos hőfogyasztás is nő. Ennek következtében nagyobb lesz az óránkénti hőfogyasztás, a fajlagos hőfogyasztás és a teljesítmény szorzata, ennek folytán növekszik a gázok sebessége, az anyagkihozatal a kemencéből és a klinker égetésére fordított fajlagos nyersanyag-fogyasztás.

Olyan távozógáz-hőmérséklettel kell dolgoznunk, amelyen a klinker égetésére fordított fajlagos hő- és nyersanyagfogyasztás megengedhető határok közt van.

Annak igazolását, hogy a vizsgált különböző elméleti elvek milyen mértékben váltak be a gyakorlatban, az 1. táblázat szembeállítja két egyenlő átmérőjű égési övezetű és különböző hőátadási felületű forgókemence működésének kísérleti adatait.

A táblázatban megadott adatok megerősítik azt az elméleti elgondolást, hogy a kemence „erőltetési“ mértékének növelésével — az óránkénti hőfogyasztás viszonya a hőátadási felülethez — nő a klinker égetésére fordított fajlagos hőfogyasztás. Ennek oka a távozó gázok hőmérsékletének növelése, ami egyidejűleg a gázok és az anyag átlagos hőmérsékleti különbségének növekedéséhez is vezet. Az az elgondolás is megerősítést nyer, hogy a kemence teljesítőképessége a hőátadási felülettel és a gázok az anyag átlagos hőmérsékletkülönbségével arányos, minthogy az utóbbi növekedésével a kemence fajlagos teljesítőképessége is növekszik. Ugyanekkor az 1. táblázat nem támasztja alá azt, hogy az óránkénti hőfogyasztás egyértelműleg függ a tüztér átmérőjétől.

1946-ban megvitatták a $3,6/3,3/3,6 \times 150$ m méretű kemencék szerkesztésének és gyártásnak műszaki viszonyait. Ekkor a fenti nézetet vallók azt mondták, hogy ha a kiszélesedő részek átmérője 3,6 m, a többi része pedig 3,3 m, a kemence túl hosszú és 15—20 m-rel rövidebbnek kellene lennie. A gyakorlat eléggé meggyőzően mutatta, hogy ez a vélemény alaptalan. Ha a kemence hosszát csökkentjük és többi részének átmérőit változatlanok maradnak, mint az 1. táblázatból látható, kétségtelenül csökken a kemence teljesítőképessége, és a klinker égetéséhez szükséges hőfogyasztás növekszik.

Teljesen nyilvánvaló, hogy a teljesítőképesség növelése gazdaságos fajlagos hőfogyasztással szükségessé teszi, hogy a kemence megfelelő hőátadási felülettel rendelkezzen. 1946-ban, a $3,6/3,3/3,6 \times 150$ méteres kemencék megrendelésekor az alkatrészek (főképpen a futógyűrűk) szállítási nehézségei miatt nem lehetett a kemencék átmérőjét 3,6 m fölé emelni. Ezért a hőátadási felületet ezeknél a kemencéknél úgy növelték, hogy hosszúságukat a gazdaságosság célszerű határáig, 150 méterig növelték. Az adott átmérő és a kemence hossza határozta meg a teljesítőképességet. Ma a forgókemencék szerkesztése és gyártása terén elért sikerek alapján felmerülhet gyártási tech-

nológiájuk felülvizsgálatának kérdése. Ha a futógyűrűket összeszerelhetően készítik, utólag hegesztik és szerelik, akkor a forgókemencék átmérője lényegesen növelhető.

A kemencék előkészítő-öve átmérőjének növelése és jó hőkicserélő berendezések beállítása a hőátadási felület jelentékeny növelését teszi lehetővé, ezáltal a kemencék teljesítőképessége nagyobb lesz és ugyanakkor hosszuk csökkenthető.

A tőkebefektetés csökken a kemencék hosszúságának csökkentése és teljesítmény fokozása következtében. Az utóbbi munkatermelékenység további emelését teszi lehetővé.

A forgókemencék átmérőjének növelésével és a kifejtett elméleti megfontolásokkal kapcsolatban a Gipro cement kidolgozta a forgókemencék tökéletesítésének tervét úgy, hogy teljesítőképességüket a $3,6/3,3/3,6 \times 150$ méteres kemencékhez képest kétszeresére növelte: naponként 1200 cementklinkert termelnek.

A kemencéből távozó gázok hőmérséklete, amely a nyersanyagkeverék adott nedvességtartalma és vegyi összetétele mellett alapjában véve meghatározza a kemence kalorikus hatásfokát, $200\text{—}250^\circ$. Az elemzés azt mutatja, hogy a távozó gázok hőmérsékletének további csökkentése a kemence oly mértékű hosszabbításával járna, hogy az gazdaságilag már nem célszerű.

A klinker égetésére fordított fajlagos hőmennyiség ebben a kemencében $1500\text{—}1600$ kcal/kg-ot tesz ki, tehát a hőfogyasztás $75\text{—}80$ millió kcal/óra.

Ha a tüztér átlagos termikus terhelése $300\ 000$ kcal/m³ óra, akkor külső átmérője 4,0 m.

Belső beépítmények nélküli forgókemencéknél a hőkicserélés alapjában véve sugárzás útján történik, úgy hogy egyébként egyező viszonyok között a gázokkal az anyagnak átadott hőmennyiség a hőátadási felület és a sugárzó anyag rétegvastagságának növekedésével arányosan fokozódik, tehát a kemence e részének átmérőjét célszerű teljes hossza mentén azonos mérettel kialakítani.

1. táblázat

Két azonos égésiöv-átmérőjű és különböző hőátadásfelületű forgókemence működésének kísérleti adatai:

Adat	Mértékegység	$3,6/3,3 \times 107$ m kemence	$3,6/3,3/3,6 \times 150$ m kemence
Égési öv belső átm. D1	m	3,2	3,2
Kemence belső középmérete	m	3,0	3,1
Kemence hossza, L	m	107,0	150,0
Kemence belső felülete, F	m ²	1000	1460
Összes hőátadási felület, f	m ²	1 690	2 610
Kemence teljesítménye, G	kg/ó	18 500	26 000
Fajl. hőfogyasztás, g	kcal/kg	1 800	1 600
Óránkénti hőfogyasztás, Q	kcal/ó	$33,3 \cdot 10^3$	$41,6 \cdot 10^3$
Távozó gázok hőmérséklete, t	fok	400	250
Gázsebesség a kemence hideg végén teljes keresztmetszetben	m/mp	6,55	5,55
Anyagkihozatal a kemencéből a száraz nyersanyaghoz viszonyítva	%	14,5	7,5
Száraz nyersanyag fajl. felhasználása	kg/kg	1,75	1,62
Kemence-erőltetés foka Q/f	kcal/m ² ó	$19,7 \cdot 10^3$	$15,9 \cdot 10^3$
Kemence fajl. teljesítőképessége G/F	kg/m ² ó	18,5	17,8

A kemence hosszának csökkentése, a gázsebeség csökkentése s így a veszteségek elkerülése céljából, a kemence átmérőjét a belső szerkezetekkel ellátott terekben 5 m-re kell növelni.

A hőátadási felületeknek a kemencék előkészítőtereiben való növelése céljából a terv fűzeralakban rendezi el a láncfüggőnyt és a láncövezetbe 9 cellás hőkicserélőberendezést helyez.

A Giprocement kísérleteinek eredményeképpen a hőkicseréléssel és az anyagnak a láncfüggőnyön át történő mozgásával kapcsolatosan megállapították, hogy a fűzér szerűen elfüggőnyözött kemencék, ha irányuk az anyag mozgási irányával egybeesik, elősegítik a hőkicserélést és így a szabadvégű függönyökhöz képest a függöny sűrűsége nagyobb, a láncok alsó pontjától a kemence belső felületéig mért távolság pedig kisebb lehet. Ha a fűzér elfordulási szögét a kemence tengelyéhez képest növeljük, akkor a láncon átáramló anyag hőátadási együtthatója nő, ha azonban a szög 45° -nál nagyobb, akkor az anyag szállítása nehezzé válik. Ahhoz, hogy az anyag akadálytalan szállítását maximális láncsűrűséggel biztosítsuk, a terv előírása szerint a láncfűzérnek 45° -ban kell elhajlania a kemence tengelyéhez képest és így a fűzér iránya egybeesik az anyagmozgás irányával. A láncövezet három egyenlő részre oszlik. A szélső részek a folyékony és száraz iszap részére valók, az egy sorban lévő láncok száma 80, a fűzés alsó pontjától a kemence felületéig mért távolság pedig 1,65 m. A középső rész a plasztikus anyag részére szolgál; egy sorban 60 lánc van, az alsó ponttól a kemence felületéig mért távolság pedig 1,9 m. A láncok a kemence testéhez hegesztett gyűrűkhöz vannak erősítve. Egy sor lánc hossza 2,4 m.

A Giprocementnek a hőkicserélőkkel kapcsolatban végzett hasonló vizsgálata azt mutatta, hogy a cellák számának növelésével növekszik a kemence egységnyi hosszúságán az anyagnak átadott hő mennyisége. A közlekedő cellák a hőkicserélés érdekében zártak, de az anyagnak nagy mozgási sebességet biztosítanak. Ha szomszédos sorokban helyezük el a hőkicserélő alkatokat a kemence kerülete körül, jó eredményeket kapunk hőkicserélés és szállítás szempontjából, de az alkatok nehezebb hőmérsékleti viszonyok közé kerülnek.

Mivel a kemence előkészítő övezeteinek nagy az átmérőjük, a terv szerint 9 cellás hőkicserélőkre van szükség, szomszédos cellákkal. Szerkezetük olyan, hogy mind hosszúságukat, mind átmérőjüket szabadon lehessen kiszélesíteni. A hőátadófelület növelése végett az alkatok bordázottak. Az alkatokat 25—30% Cr-tartalmú fémből kell készíteni.

A forgókemencék 1100° -nál magasabb hőmérsékletű övezeteibe kerámiai hőkicserélők vagy bordázott tűzálló bélés is beépíthetők. Ez a tervezett kemence teljesítőképességének további fokozására az egyik alapvető tartalék. A kemence számítás útján meghatározott teljes hosszúsága 135 m, a láncövezet hossza pedig 9 m.

A bélés tartósságának fokozása, a termikus feszültségek csökkentése céljából a kemencetestet a zsugorítási öv 20—25 méterén öntözőrendszer

segítségével vízzel hűtik, az iszap előkészítéséhez használt víz felhasználásával.

A kemence 4%-os dőlésű és percnként 1,5 fordulatot végez. A kemence tíz, egyenként 1,5 m átmérőjű és 7,5 m hosszú bolygó elrendezésű doból álló hűtővel készül. Azért, hogy a klinker a hűtőben jobban hűljön és hogy a kemencének a hűtők alatti, erősen igénybe vett részének hőmérsékleti viszonyain könnyítsünk, a zsugorítási öv vízűtésén kívül a kemence hűtők alatti részét és a hűtődobok kezdőrészeit is hűtik.

A kemencetest hegesztett kiviteli, 24 mm vastag martinacél lemezekből áll. A kemencetest ama részei, amelyekre a futógyűrűk kerülnek, és a hűtők alatti rész, 48—50 mm vastagok. A kemencetest teljes hossza mentén egymástól körülbelül 4 m távolságra merevítőgyűrűk vannak, öntött, vagy kovácsolt acélból. A kemencetesten lévő lyukak megkönnyítik a bélés ellenőrzését és az anyagpróbák vételét a kemence üzemeltetése alatt.

A kemence teljes súlya hűtővel, bélés nélkül 1500 t. Hét támasztékon nyugszik, kb. 400 kW teljesítményű elektromotor hozza forgásba.

Az iszapot szabályozható fordulatszámú, kétvedres adagolórendszer adagolja a kemencébe. Az adagolás egyenletességét biztosítja, hogy az iszap szintje az adagolóberendezés kádjában mindig egyforma.

A szén egyidejű szárítására és őrlésére külön berendezés járul a kemencéhez. A berendezés 2,5 átmérőjű és 5,0 m hosszú golyósmalomból, szélosztályozóból, ciklonból és ventilátorból áll. A szentet a malomban a kemencefejtől elvezetett forró levegővel szárítják.

A ciklon és a közbenső tartány szerepe a rendszerben az, hogy megakadályozza a ventilátor gyors kopását a szénpor hatására és lehetővé tegye a klinkerégetés és a szénelőkészítés folyamatainak egymástól független szabályozását.

A szénpor legnagyobb részét (85%) csiga-rendszer adagolja tartányból a 35 000 m³/óra teljesítőképességű és 600 mm vízoszlop nyomású kemenceventilátor csővezetékébe. A malom ventilátorra ennek a ventilátornak a szívónyílásába elhasznált szárítólevegőt adagol, amely a ciklonon való áthaladása után az összes szénpor mennyiségnek mintegy 15%-át tartalmazza. Az elsődleges levegőként felhasznált levegőt és a szénport fűvókákön keresztül juttatjuk a kemencébe; a fűvókákat a kemence tengelye mentén 3 m-nyire lehet elmozgatni.

A távozó gázoknak a portól való megtisztítására tartozik a kemencéhez a multiciklon és a vertikális elektroszűrő egyesítéséből álló berendezés is. A berendezésben leülepedő por visszajut a kemencébe.

A tüzelőanyagégéshez szükséges összes levegőt a kemenceegység végén lévő, 500 000 m³/óra teljesítőképességű és 200 m vízoszlop nyomású füstelszívó szívja a hűtőkbe. Az a hely, ahol a kemence a porkamrával érintkezik, nehogy a berendezésbe káros külső levegő kerüljön, jól tömítve van, a kamra gázvezetékei a porületpítők, stb. pedig vasburkolattal vannak ellátva.

5,0/4,0 × 135 m és 3,6/3,3/3,6 m méretű forgókemencék alapvető mutatószámai

Mutatószámok	Mértékegység	5,0/4,0 × 135 m-es kemence	3,6/3,3/3,6 × 150 m kemence
Kemence belső felülete, F	m ²	1700	1460
Hőátadó felület	m ²	4160	2610
Kemence óránkénti teljesítőképessége, G	t/ó	50,0	26,0
Fajl. teljesítőképesség	kg/m ² ó	29,4	17,8
Fajl. hőfogyasztás	kcal/ig	1600	1600
Kemence teljes súlya belés nélkül	t	1300	930
Kemence súlya/t óránkénti termelés	t/t	30,0	35,7
A kemence elektromotorjának, a füstelszívónak és a ventilátornak összes teljesítménye	kW	1000	600
Fajl. elektromos energiafogyasztás a kemence, a füstelszívó és a ventilátor meghajtására	kWó/t	20,0	23,1

A 2. táblázat a 3,6/3,3/3,6 × 150 m méretű tervbevett kemence alapvető adatait mutatja be.

1952. óta a Minisztérium a meglévő forgókemencék ujjáépítésének széleskörű programján dolgozik. Az ujjáépítés irányát azoknak az elméleti tételeknek kell meghatározniuk, amelyek a új, tökéletesített forgókemence tervének alapjai.

Akik azt a nézetet vallják, hogy a kemencék kritikus mérete az égésiöv átmérője, a meglévő kemencék oly módon való átépítését javasolták, hogy égésiövéket kiszélesítik. Ez lehetővé tette volna a kemencék belső felületének és teljesítőképességének bizonyos fokú növelését, de „erőltetési“ mértékük fokozásához vezetett volna, ami a klinker égetéséhez szükséges fajlagos hő- és energiafogyasztást növelte volna.

A Szovjet Építőanyagipari Minisztérium utasításában P. A., Judin irányelveként szabja meg, hogy a meglévő kemencék előkészítő öveit kell kiszélesíteni. Ekkor a hőátadófelület a láncfüggöny és a hőkicszerelő-berendezés végén magának a kemencének a belső felületéhez képest átlag négyszeresére növekszik. A kemencék teljesítőképessége növekszik, „erőltetésük“ mértéke nem nő, ennek következtében kevesebb lesz az égetéshez szükséges fajlagos tüzelőanyagfogyasztás. Az előkészítőöv kiszélesítése révén csökken a gázok sebessége és az anyagvesztés a kemencében, ami a klinker égetéséhez szükséges fajlagos nyersanyagfogyasztás nagyságát határozza meg.

Célszerű a kemencék hőátadófelületét akként is megnövelni, hogy kiszélesítsük az előkészítő

övet, ha túl rövid. Az égési övek átmérőjét csak abban az esetben kell megnagyobbítani, ha gyűrűképződés figyelhető meg benne.

A kemencék ujjáépítésénél a kiszélesített előkészítési- és égésiövek átmérőjének és hosszának értékét minden esetben a kemencék meglévő átmérőitől, hosszuktól, a támaszok elhelyezésétől stb. függően kell megválasztani. Kívánatos, hogy a kiszélesített előkészítő- és égésiövek a kemence hosszának egyenként 25–30%-át foglalják el. A forgókemencék előkészítőövének láncok fel függesztésével és hőkicszerelők behelyezésével történő kiszélesítése, valamint a kiszélesített égésiövek megnyújtása megbízható eljárás és a meglévő kemencék teljesítőképességének fokozására alkalmazható eszköz. Az egész cementipart tekintve, ezzel az intézkedéssel a cementtermelést évente több mint kétmillió tonnával fokozhatjuk.

A kemencék ujjáépítése a főjavításokra tervbevett időn belül teljesen megoldható. A kemencék és a porkamrák közti érintkezési helyek átalakítását el lehet kerülni. Egyes esetekben meg kell erősíteni a kemencetámaszokat és növelni kell a szellőzőberendezések teljesítményét. A gyár nyersanyag-, szén- és cementrészlegének teljesítményét az ujjáépítés eredményeképpen megnövekedett teljesítményhez kell hangolni.

A meglévő kemencék ujjáépítése és új, tökéletesebb forgókemencék építésének eredményeképpen a szovjet cementipar jelentékenyen több cementet fog termelni.

Az új forgókemence terve

K. O. J E G E R

„Cement“, 1952. 5. 1—10. oldal

„A forgókemencék további tökéletesítése“ (Cement, 1952. 1. szám) c. cikknek a cementiparban aktuális jelentősége van. Ez indokolja, hogy a forgókemenceprofil felülvizsgálni kell a fajlagos teljesítőképesség fokozása céljából.

Az említett cikk elméletileg nem világítja meg elég részletesen az új kemence tervén végrehajtott változtatásokat, ezért azt a benyomást kelti, mintha a fajlagos teljesítőképesség növeléséhez elég volna megoldani az előkészítőövezet méretezésének kérdését és a többi kérdés ezen övezet méreteinek megfelelően magától megoldódnék.

Ha a forgókemence optimális profilján az egyes övek hosszúságának és átmérőjének azt a viszonyát értjük, amely a legkedvezőbb viszonyokat teremti meg a hőcserélés folyamatai számára, akkor a kemence terve kétségtelenül egy lépés előre, ha igen óvatos lépés is.

Ennek a következtetésnek a helyességére vonatkozóan vizsgáljuk meg ezt a kérdést, a kemence működését meghatározó törvényszerűségekre támaszkodva, az alábbi képlet alapján:

$$G = \frac{\alpha \Delta t}{k} F,$$

F = a kemence belső felülete, m^2

További megfontolásainknál ezt a képletet más alakban is felírhatjuk:

$$G = a \quad DL,$$

D a kemence átlagos átmérője, m ;

L a kemence hossza, m ;

a a kemence fajlagos teljesítménye, $kg/m^2/óra$.

Értéke $\frac{\alpha \Delta t}{k}$ -val egyenlő.

Ha a forgókemencék vizsgálatának eredményeit (Je. I. Hodorov „Cementipari kemencék“ I. kötet¹ működésük alapadatai szerint elemezzük, a fent említett cikkel összehasonlítva az alábbi adatokat kapjuk:

Ha a láncövezetből távozó iszap nedvességét megközelítőleg azonosnak, 10—12%-osnak vesszük, a láncövezet nélküli kemenceszakaszt mint száraz eljárás szerint működő kemencét tekinthetjük.

Határozzuk meg az ilyen kemenceszakaszok fajlagos teljesítőképességét (2. táblázat).

A felsorolt adatok megmutatják, hogy a tervezett kemence magas fajlagos teljesítőképessége azzal függ össze, hogy a kemencének a láncövezet utáni részét a közönséges kemencékhez képest több mint kétszeresen erőltetik, az $L : D$ viszony pedig 20.

Vegyük a fajlagos teljesítőképesség értékét meghatározó feltételeket hőtechnikai szempontból, abból kiindulva, hogy

$$a = \frac{\alpha \Delta t}{k}$$

k az anyagnak átadandó hőmennyiség ahhoz, hogy óránként 1 kg klinkert nyerjünk;

Δt a gázok és az anyag közötti átlagos hőmérsékletkülönbség fokokban;

α hőátadási együttható, $kcal/m^2 \text{ } ^\circ \text{ } \text{óra}$.

A k értéke alapján véve a nyersanyag kémiai összetételétől függ, amelynek megfelelő változtatásával befolyásolhatjuk a hőszükségletet (mineralizátorok alkalmazása).

A t érték növelésének alapvető útja a tüzelőanyag égési hőmérsékletének növelése.

1. táblázat

A forgókemencék vizsgálati adatai

Gyártási mód, a kemencék adatai	A kemence átlagos átmérője, m	Hossz átmérő arány	A láncöv hossza	Fajlagos teljesítőképesség kg/m^2 óra	1 kg klinkerre eső hőfogyasztásokkal
9 kemence, száraz eljárás	2,7	19,6	Nincs	23,2	1720
21 kemence, nedves eljárás	2,4	26,3	Nincs	17,7	2044
14 kemence, nedves eljárás láncokkal, övezetekkel	2,76	42,4	25%	15,2	1596
3,6 × 3,3 × 107 m kemence nedves eljárás	3,0	35,7	20 m	18,5	1800
3,6 × 3,0 × 3,6 × 150 m kemence, nedves eljárás	3,1	48,4	30	17,8	1600
4,0 × 5,0 × 135 m tervezett kemence	4,1	32,9	40	29,4	1600

¹ Magyar nyelven is megjelent.

2. táblázat

Gyártási mód a kemencék adatai	Fajlagos teljesítő- képesség kg/m ² óra	Hosszúság- átmé- rő- viszony
14 kemence, nedves eljárás, láncokkal	20,3	31,8
3,6 × 3,3 × 107 m kemence	22,7	29,0
3,6 × 3,3 × 3,6 × 150 m kemence	24,2	35,5
4,0 × 5,0 × 135 m kemence	51,9	23,6

A kemence bennünket érdeklő szakaszán a gázok és a bélés, valamint a bélés és az anyag közötti hőcserélés folyamata főleg sugárzás útján történik. A hőcserélést befolyásoló legfontosabb tényezőknek ilyen viszonyok között az alábbiak tekinthetők:

1. a sugárzó réteg vastagsága,
2. az égetendő anyag szem nagysága,
3. a kemence fordulatszáma,
4. a kemence hajlásszöge.

A hőmérsékleti tényezőt feljebb vizsgáltuk meg.

A hőleadási együttható növelése céljából növelni kell a kisugárzó réteg vastagságát, amit a kemence átmérőjének a kalcináló- és az előmelegítőövezetekben történő növelésével érünk el.

Az égetendő anyag szem nagyságát teljesen megengedhetetlen módon szem elől tévesztik. Az anyag szem nagyságának különösen nagy jelentőséget tulajdonítanak a hővezetés útján a béléstől az anyagnak történő hőátadás szempontjából. Közönséges viszonyok között a hőmérséklet-egyenletességi együttható értéke az anyagrétegben övezetenként 0,35—0,7 között ingadozik. Ha a hővezetés folytán való hőátadás a teljes hőátadásnak 20—25%-át teszi ki, minden áron növelni kell az egyenletességi együtthatót.

Vizsgáljuk meg F_0 és B_i kritériumoknak az egyenletességi együtthatóra való befolyását:

$$F_0 = \frac{a_M t}{d^2} \text{ és } B_i = \frac{\alpha d}{M}$$

ahol a_M az anyag hőmérsékletvezetési együtthatója, m²/mp;

α a hőátadás általános együtthatója, kkal/m² fok, óra;

t idő, óra;

d az anyagrétegek átlagos mérete, m.m.

Ebből érthetővé válik az anyag szem nagyságának szerepe, minthogy az egyenletességi együttható magas értékeihez magas B_i -kritérium értékek és a $F_0 B_i$ alacsony értékei tartoznak.

Még kell jegyezni, hogy a kemence hosszában 16 nyílásból különböző üzemi viszonyok mellett vett számos próbaszorozat alapján a granáliák tönkremenetelének területe nincs megállapítva. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy normálisan működő láncövezet esetén a képződő

iszap-granáliák jelentős mennyiségben megmaradnak a kemence egész hosszában.

A kemence fordulatszáma, dőlése és átmérője meghatározza az anyag kemencében való mozgásának jellegét és sebességét, valamint az anyagréteg keresztmetszetét. A hőátadás megjavítása céljából fontos növelni az anyagrétegek tartózkodási periódusainak számát a gázáramlással és a béléssel való érintkezési felületen, amit a kemence kerületi sebességének növelésével érhetünk el.

A fent elmondottak a kemencének a láncövezetig tartó szakaszára vonatkoznak. Nyilvánvaló, hogy a láncövezetnek ekkor biztosítania kell az anyag megfelelő előkészítését és a gázáram melegének helyes kihasználását.

Az az általánosan elfogadott szempont, hogy a láncövezet hőcserélő-berendezés, szűkíti az utóbbi jelentőségét.

A láncövezet működési elve rendkívül egyszerű és jól egyesít három igen fontos folyamatot: a) A láncövezet kezdő szakasza porülepítő berendezésként működik, eredmény tekintetében megközelíti a szkrubbert; b) A láncövezet középső része párologtató, valamint porfogó szerepét tölti be. Végül pedig c) a kilépő rész granulátorként működik. Ezeket az övezeteket nem lehet szigorúan elhatárolni, minthogy folyékony iszapból a granulátumba történő átmenet fokozatos, és az övezet egész hosszában hatékony hőcsere folyik. Tartós granulátumot nyerünk 10—14% nedvességtartalom mellett. Ha a láncövezetben a nedvesség a megadott értéken alul van, a láncövezet kilépővége örlőberendezéssé alakul át, amely a képződött granáliákat felaprítja; ez erősen növeli az elporlást és gyűrűképződéshez vezet a láncövezet iszapos részében. Ezeket a jelenségeket a meglévő kemencék erőltetése esetén a huzat növelése útján figyelhetjük meg. Hasonló esetekben a láncövezet megrovidítése csökkenti az elporlást, ekkor azonban — mint általában a hasonló módszerekkel történő erőltetés esetén — a hőkihasználás romlik és nő a fajlagos tüzelőanyagfogyasztás.

A kemencének láncövezettel elfoglalt részében a fajlagos teljesítőképességre s a szakasz hosszának és átmérőjének viszonyára vonatkozó adatokat különböző kemencék esetében a 3. táblázat adja meg.

A felsorolt adatok azt mutatják, hogy az erőltetés mértékétől függetlenül a kemencének a láncövezetig tartó részében, ha a láncövezet hosszának az átmérőjéhez való normál viszonya 10, a teljesítőképessége átlag 75 kg/óra a kemence láncfüggönnyel elfoglalt részének 1 m²-én. Hogy megtartsuk az aktív keresztmetszetet a gázok átbocsátásához, a kemence láncokkal való teltségének figyelembevételével, kell hogy a kemence e szakaszának átmérője 18—20%-kal felülmúlja a kemence többi részének átlagos átmérőjét.

A nedves gyártási eljárással működő, láncövezettel ellátott kemence, hőátadási grafikonjának vizsgálatánál magára vonja figyelmünket jellemző alakja (2. ábra). Nyilvánvaló, hogy a hőátadás megjavítására irányuló bármely intézkedés

A kemencék adatai	A láncövezet hosszának viszonya az átmérőhöz $L : D$	Fajlagos teljesítő képesség a láncövezetben $\text{kg/m}^2 \text{ ó.}$	Üres rész fajlagos teljesítőképessége $\text{kg/m}^2 \text{ ó.}$	Megjegyzés
14 kemence	10,5	71,5	20,3	
3,6 × 3,3 × 107 m	7	90,0	22,7	Nagy elporlás
3,6 × 3,3 × 3,6 × 150 m	8,2	85,0	24,2	Ugyanaz
4,0 × 5,0 × 135 m	11,5	71,5	51,9	Tervbevett

a görbe legalacsonyabb részén a teljesítőképesség növeléséhez és a kemence hosszának csökkentéséhez vezet. Ebben a tekintetben a hőkicszerlők szerepét a gyári dolgozók eddig nem értékelték eléggé.

Az elmondottakból az alábbi előzetes következtetéseket vonhatjuk le:

1. A kemence teljesítőképességének növelése — egész hosszának megtartása és az 1 kg klinker égetésére fordított normális hőfogyasztás mellett — a zsugorítóövet, a kalcináló- és az előmelegítőövet átmérőjének $L : D$ 20 arányú növelése útján érhető el; L a kemence összes hosszának 60 %-át kell hogy kitegye, és a kemence fordulatszámát 15—19 m/perc kerületi sebességre kell növelni.

2. Ahhoz, hogy az anyag előkészítése megfelelő legyen, kell hogy a kemence hideg részének átmérője 20 %-kal meghaladja a többi rész átmérőjét; a láncövezetet a kemence e szakaszának 10 átmérő hosszában kell létesíteni.

3. A hőkihasználás megjavítása céljából a láncövezet elé hőkicszerelőket kell helyezni, kétszeres átmérővel egyenlő hosszúságban.

4. Biztosítani kell a tüzelőanyagadagolás növelését és növelni kell a füstelszívó kapacitását a kemence fokozott teljesítőképességének megfelelően.

5. Minden kemencénél meg kell állapítani a beadagolt iszap nedvességének szűk határait, úgy, hogy a láncövezetből legfeljebb 10—14% nedvességtartalmú granulátumot nyerjünk.

6. A meglévő kemencék erőltetésekor, méreteik megváltoztatása nélkül, az 1 kg klinkerre eső tüzelőanyagfogyasztás megőrzése céljából, a kemence kerületi sebességét 15—19 m/percre kell növelni.

7. Az új kemence profilját átmérő szerint célszerű három részre osztani: a) zsugorító- és hűtőövet, mint a hővezetőképesség alapja; b) kalcinálási- és előmelegítőövet, mint hőkicszerelőövet 15—20%-kal történő kiszélesítése; c) a hőkicszerelő és a láncok övezete, mint anyagelőkészítési övezet még 20%-kal történő kiszélesítése.

Ezek az intézkedések a fenti alapon további műszaki-gazdasági eredményt jelentenek.

A korszerű forgókemencék tervezésének alapjai

T. O. SAHBAJZAN, A. K. MANOVJAN

Cement, 1952. 5. 6—7. old.

A Szovjetunió cementiparának forgókemenceparkjába a legkülönbözőbb típusok tartoznak. A sztálini ötéves tervek idején felállított kemencéket felállításuk ideje szerint csoportokra oszthatjuk és ily módon követhetjük fejlődésük irányát.

Az első csoportba tartoznak a háború előtt épült $2,4 \times 2,7 \times 85$ m méretű, nedves eljárással működő és a $3,0 \times 50$ m méretű, száraz eljárással működő kemencék.

A második csoportot a háború után épült kemencék alkotják, ezekre a $3,6 \times 3,3 \times 3,6 \times 150$ m méretű forgókemence jellemző. A harmadik csoportba sorolhatjuk az $5,0 \times 4,0 \times 135$ m méretű Giprocement kivitelezésű forgókemence tervét.

Érdekes, ha összehasonlítjuk a három kemencecsoport egyes típusainak alapadatait.

Ezek az adatok azt mutatják, hogy a háború előtti kemencék közül a legtökéletesebbek a $2,4 \times$

$2,7 \times 85$ m-es kemencék, amelyek egyes adataik tekintetében alig maradnak el az új korszerű kemencék mögött.

Vizsgáljuk meg az $5,0 \times 4,0 \times 135$ m-es forgókemence tervének adatait, mivel ez a legnagyobb kapacitású és a legújabb fejlődést képviseli az ilyen típusú kemencék tervezésében. „A forgókemencék további tökéletesítése“ (Cement, 1952. 1. sz.) c. cikk szerzői túl rövid leírást adnak erről a kemencéről, a szűkös adatok miatt nem lehet világosan értékelni.

A teljesítmény növelésének, a fajlagos teljesítőképességnek a porleválasztásnak és a porvesztés visszanyerésének kérdéseit sikeresen oldották meg; ebből a szempontból a szóbanlévő kemence kétségtelenül jól sikerült. Az egy vagy két ilyen kemencével felszerelt cementgyárakat a nagykapacitásúakhoz sorolhatjuk, amelyek minimális nagyjavítást kívánnak és kiváló munka-

termelékenységet biztosítanak. De az egyik alapvető adat, az 1 kg klinker égetésére fordított fajlagos hőfogyasztás tekintetében a kemence még a $2,4 \times 2,7 \times 85$ m méretű kemence mögött is elmarad. Ez igen fontos mutatószám. A q fajlagos hőfogyasztás-értékből meg lehet ítélni, milyen tökéletes a kemence, mint hőagregátum. Ennek ellenére mindaddig q értéke megengedhetetlenül magas.

Ily módon az $5,0 \times 4,0 \times 135$ m méretű kemencét tökéletes hőkihasználás és nagy kapacitás jellemzi.

A fajlagos hőfogyasztás q értékére nagy befolyást gyakorolnak a távozó gázokkal a környező közegbe és a porülepítőbe átadódó hőmennyiségek.

A távozó gázokkal előálló hőveszteséget a távozó gázok hőmérséklete határozza meg, amely viszont alapján véve a hőátadás intenzitásától függ a kemence egész hosszában. Szerintünk alaptalan az a vélemény, hogy gazdaságilag a távozó gázok hőmérsékletének alsó határa $200-250^\circ$. Ha kifejlesztjük a hőátadófelületet a kemence belsejében és a kemencén kívüli berendezésekben, nem pedig a kemence szárító részét fejlesztjük ki hosszában, akkor a távozó gázok hőmérsékletét $150-180^\circ$ -ra csökkenthetjük.

A környező közegbe távozó hőveszteség a teljes hőmennyiségnek rendszerint $10-15\%$ -át teszi ki. A hőveszteség csökkentésével jelentősen csökkenteni lehet a klinker égetésére fordított fajlagos hőfogyasztást. Ezt, vagy a kemencetest hőszigetelése útján, vagy a futógyűrűk külső felületének hóálló lakkal és alumíniumpor-keverékkel történő bevonásával érhetjük el. A zsugorító-övezethez sikerrel alkalmazhatunk alumínium fémbevonást. Az utóbbi véleményt megerősíti az ormjanszki cementgyárban a fémbevonatú kemencék vízhűtésénél nyert tapasztalat.

A porelhordással járó nyersanyag- és hőveszteségnek minimálisnak kell lennie. Az $5,0 \times 4,0 \times 135$ m kemencénél a porülepítés és a porvisszavezetés kérdésének már megvan a megoldása, a cikkből azonban nem lehet megállapítani, milyen sikerrel oldották meg a porvisszavezetés kérdését szerkezeti szempontból.

Ki kell dolgozni a porülepítés és visszavezetés észszerű vázlatát a meglévő kemencéknél, ezt a munkát bekapcsolva a kemencék újjáépítésének tervébe.

A fentiek alapján alábbi következtetéseket vonhatjuk le: az a kérdés, amelyet „A forgókemencék további tökéletesítése“ c. cikk szerzői felvetettek, igen időszerű. A forgókemence észszerű profilját alapján véve a hő szempontjából legfontosabb övezetek, az előszárító- és előmelegítőövezet határozzák meg, valamint az égés; minden övezetet teljesen összhangba kell hozni lehetséges teljesítőképességük szempontjából. Ha ezt nem tartjuk be, akkor egyes övezetek vagy „tartalékkal“ működnek, vagy — éppen fordítva — korlátozni kezdik a többi övezet munkáját. A kemenceprofil és a belső hőkihasználóberendezések meghatározzák a berendezés alapvető mutatószámait (teljesítmény, fajlagos hőfogyasztás, termikus hatásfok stb.). A kemence tervét csak az esetben lehet helyesnek és tökéletesnek tekinteni, ha a nagy teljesítőképességű, hőkapacitású stb. munkát alacsony fajlagos hőfogyasztás és magas termikus hatásfok mellett érjük el.

Mostanában nedves gyártási eljárással működő forgókemencék épülnek legnagyobb számban. Nem szabad azonban mellőznünk az automatikus aknakemencéket sem. Teljesítményük $6-7$ t/órát ér el, $1100-1300$ kcal/kg klinker átlagos fajlagos hőfogyasztás mellett. Egyes aknakemencék fajlagos hőfogyasztása mindössze 1000 kcal/kg klinker. Ezért úgy tekinthetjük, hogy a korszerű aknakemencékkel felszerelt üzem, ha a kapacitása korszerű forgókemencékkel felszerelt üzemével egyenlő, fajlagos beruházási költség és kihasználási költség szempontjából gazdaságosabb az utóbbinál.

A korszerű cementégetőkemencék fejlesztési elveire vonatkozó kérdésre rá kell terelni a cementipar dolgozóinak figyelmét. Ezt a kérdést a sajtónak is napirenden kell tartania. Az üzemi dolgozóknak a kemencék üzemeltetésére vonatkozó gazdag tapasztalata segíti tervezőintézeteinket a cementipari forgó- és automatikus aknakemencék racionális szerkesztési módjának kidolgozásában.

Forgókemencék alapvető adatainak összehasonlítása

Mutatószámok megnevezése	$3,5 \times 3,0 \times 70$ m kemence nyitott hűtőkkel	$2,4 \times 2,7 \times 85$ m kemence	$3,3 \times 3,6 \times 107$ m kemence	$3,6 \times 3,3 \times 150$ m kemence	$5,0 \times 4,0 \times 135$ m kemence, Giprocement terve
	bolygórendszerű hűtővel				
Óránkénti teljesítőképesség, G t/óra	14,1	9,12	19,	26,0	50,0
Kemence belső felülete, F m ²	630	600	1000	1460	1700
Fajlagos teljesítmény $g = \frac{G}{F}$ kg/m ² óra	22,4	15,2	19,2	17,8	29,4
Össz hőátadó felület, f m ²	1150	1050	1690	2610	4160
Erlőtetés mértéke, Q/f kcal/m ² óra	$26,2 \cdot 10^3$	$13,4 \cdot 10^3$	$19,0 \cdot 10^3$	$15,9 \cdot 10^3$	$19,2 \cdot 10^3$
Fajlagosthőfogyasztás, kcal/kg klinker	2145	1544	1675	1600	1600
Óránkénti hőfogyasztás, q kcal/óra	$30,2 \cdot 10^3$	$14,1 \cdot 10^3$	$32,2 \cdot 10^3$	$41,6 \cdot 10^3$	$80,0 \cdot 10^3$
Távozó gázok hőmérséklete t_{gk} C ^o	447	184	343	250	$200-; -250$
Porveszteség százalékban	8,8	7,2	11,9	7,5	—

A forgókemencék tökéletesítése

c. cikk bírálata

V. A. AREFJEV

„Cement“, 1952. 3., 8—9. oldal

A Cement 1952. évi 1. számában közzétett „A forgókemencék tökéletesítése“ c. cikk helytelenül határozza meg, hogyan függ a kemence teljesítménye a kemencének, mint fűtőberendezésnek a munkájától.

Annak idején e cikk szerzője azt javasolta, hogy a forgókemence teljesítményét fűtőszervezetének méretei alapján számítsák ki. A szakirodalom azonban rávilágított arra, hogy a kemence teljesítménye a kemencének mint fűtő- és hőfelhasználó berendezésnek a működésétől függ.

A forgókemencében egységnyi idő alatt meghatározott mennyiségű fűtőanyagot lehet elégetni (ez a kemence hőkapacitása) és ez szükségszerűen megfelel ama képességének, hogy ezt a hőt fel is használja, vagyis a kemencének mint hőkicserélőberendezésnek a szerkezetén belül egyensúly uralkodik.

Tehát a forgókemence biztosítsa a fűtőanyag racionális elégetését és ugyanakkor a gázáram és az égetendő anyag közötti legkedvezőbb hőkicserélési feltételeket. Egyiket nem lehet a másiktól különválasztani úgy, hogy például „forgókemence meghatározó mérete az égési zóna átmérője“, vagy hogy „a forgókemence teljesítményét lényegileg az anyagnak átadott hő mennyisége határozza meg“.

Amint az egész szovjet cementipar kemenceparkja és számos külföldi kemence működésének gondos ellenőrzése útján megállapítottuk, a forgókemencének mint fűtőberendezésnek működése bizonyos összefüggésben áll átmérőjével. Ezt a kemence hőkapacitásának meghatározására javasolt képlettel fejezhetjük ki:

$$Q = k \cdot D_m^2 = (2,18 + 0,0952 D_m) \cdot D_m^2$$

Q = a kemence hőkapacitása, millió kal-ban,
 D_m a kemence belső átmérője az égési zónában, m. Gyáraink sztahanovistái — kihaszalva a kemencék égési övezeteiben a hőfeszültségek növelhetőségét a bélésanyagok minőségének javítása, valamint a kemencetest vízhűtésére —, a kemencék hőkapacitásának jelentős növelésére törekedtek. A hőkapacitás nagyságát most már a következő összefüggés fejezi ki:

$$Q = (2,18 + 0,3 D_m) \cdot D_m^2$$

Tehát a forgókemence hőkapacitása növelésének kérdése gyakorlatilag már meg is van oldva.

Jelenleg a forgókemence teljesítőképességét azzal kell fokozni, hogy a kemence hőfelhasználó képességét tökéletesítjük; ez az égetésre fordított fajlagos hőmennyiség csökkentése mellett a kemence teljesítményének fokozásához vezet.

A kemence hőfelhasználásának fokozását nemcsak a kemence belső felületének növelése

útján lehet elérni, — bár ennek kétségtelenül meg van a maga jelentősége —, hanem alapjában véve az anyag és a gázáram közötti érintkezési felület erős növelését kell megoldani.

A gázáram és az égetendő anyag közötti leghatékonyabb hőkicserélődésre jó példa a kalcinátorokkal vagy elpárologtatókkal ellátott kemencék működése. Ezekben a kemencékben az anyagrétegen keresztül gázáram halad, amely ilyen módon közvetlen érintkezésbe kerül az anyaggal. Az ilyen szerkezetű kemence igen kis hosszúság mellett hőkihasználás szempontjából jól működik.

Az aknakemence, amelyben a fűtőanyag égéstermekei közvetlenül kerülnek érintkezésbe az égetendő anyaggal, a forgókemencékhez képest igen rövid. Fő feladatunk most az, hogy a forgókemencében ilyen nagy aktív felületet létesítsünk, amelyen az anyag a gázárammal érintkezhetik. Az első lépés a megoldás felé az általunk még 1938-ban javasolt szórólapátszerkezet, amely a kemence meghatározott részében az elszórt anyagból elég sűrű függönnyet képez, nagy aktív felülettel. Ebben az esetben a hőátadás jóval eredményesebb, mint a Giprocement-rendszerű hőkicserélőberendezés alkalmazása esetén. Hőkicserélők használata esetén az anyag ugyanúgy hengerlődik, mint a közönséges kemencében és a hőátadási felület viszonylag keveset változik.

Mint ahogy lapátok és hőkicserélők beállítása esetén a gázáram porral szennyeződik, gondoskodni kell a por ülepítéséről. Porülepitőket kell beállítani és módosítani kell az adott esetben nedves szűrőként szolgáló láncfüggönyrendszert.

Számos gyárban, a háború előtti „Proletár“, „Spartak“, volkovszki, leningrádi gyárakban a szórólapátokkal nyert tapasztalatok egész világosan mutatják, hogy ez a megoldás igen eredményes, csak műszakilag tökéletesen kell végrehajtani. A szórólapátok bevezetésében értékes segítséget nyújthatnak a megfelelő tudományos kutatóintézetek az anyagok recepturájának kidolgozásával. A szórólapátoknak állandóan működniük kell, ha közvetlenül az égési zóna mögött helyezkednek el.

A kemence hosszában meghatározott szakaszon sűrű anyagfüggönnyet létrehozó szórólapátok beállításával a hőátadást erősen növelhetjük, és ezzel az újonnan épült kemencék termelékenységét — jelentős hosszúságmegtakarítás mellett — fokozhatjuk.

Szerkesztői megjegyzés: A Cement 1952. évi 1. számában közzétett „A forgókemencék tökéletesítése“, c. cikkben azt a véleményt fejtettük ki, hogy a forgókemence teljesítőképességét alapjában véve nem az égési zóna átmérője, hanem a gáz és az anyag közötti hőcserefelület nagysága határozza meg. V. A. Arefjev prof. lényegileg egyetért

ezzel a szemponttal, mivel elismeri, hogy ma már nem a hőkapacitás növelése szabja meg a kemence teljesítőképességét, tehát a fő feladat a hőátadási felület növelése.

V. A. Arefjev nem fűz megjegyzést a fent említett cikk szerzőitől indítványozott új 1200 t/24 óra teljesítményű kemenceprofilhoz. Csak a hőátadási felület növelésének módja tekintetében tér el véleménye a cikk szerzőinek véleményétől.

A cikk szerzői az új kemencébe cellás hőkicszerelőt akarnak beállítani, Arefjev elvtárs pedig szórólápátokat.

A szerkesztőség kéri a cementipari dolgozókat, hogy vegyenek részt aktívan az új kemenceprofil elbírálásában, Arefjev elvtárs pedig, hogy közöljék a leningrádi cementgyárban működő szórólápátos kemence működésével kapcsolatos tapasztalataikat.

Oxigénfuvatás a cementiparban

G. VALJBERG

(*Promislenoszty Sztrojityelnih Matyerialov*, 1952. dec. 13.)

„Az oxigént széleskörűen be kell vezetni az ipar különböző ágainak technológiai folyamataiban, elsősorban a vas- és színesfémkohászatban, a gáz- és széntermelésben, a cellulóze és cementiparban.“ (A XIX. Pártkongresszus irányelveiből)

A levegő oxigénnel történő dúsítását — abból a célból, hogy a tüzelőanyag égetésével kapcsolatos kémiai-technológiai és hőtani folyamatokat intenzívebbé tegyünk — a technika különböző ágaiban kiterjedten alkalmazzák. A levegő-oxigén fuvatást sikerrel használják különleges öntöttvasléleségek nagyolvasztókban történő olvasztásánál, az acélgyártásnál, valamint az öntészetben a kupoló vasgyártásnál.

Az oxigénnek a hazai cementiparban való felhasználása csábító perspektívákat tár fel. Ezt a kérdést nem most vetik fel első ízben. A Giprocement már 1944-ben kísérleteket kezdett kísérleti üzemből az oxigénfuvatásnak forgó- és aknakemencékben klinkerégetésnél történő alkalmazásával kapcsolatban. Négy évvel később a leningrádi Vorovszkigyár forgókemencéjében ellenőrizték a kísérleteket. A kapott eredmények alapján elhatározták: az amvroszievi 1. sz. cementgyárban oxigénállomást állítanak fel, hogy elsajátítsák a klinkernek akna- és forgókemencékben, dúsított fuvatással történő égetését.

Mit adhat az oxigénfuvatás alkalmazása a cementiparnak? Mint ismeretes, a levegőben 79% nitrogén van. Vagyis minden köbméter oxigénre 3,76 köbméter nitrogén jut, amely nem vesz részt a tüzelőanyag égési folyamatában. A kemencébe jutó nitrogén felmelegítésére fordított hő kárbavész.

Ha a levegőt oxigénnel dúsítjuk, akkor nitrogéntartalma csökken. Ha a levegő oxigéntartalmát 35%-ra növeljük, akkor az egy m³ oxigénre eső nitrogén mennyisége 1,85 m³-re csökken, vagyis csaknem a felére. Ennek igen nagy a jelentősége. A befűvott levegőben s így a távozó gázokban lévő nitrogénkoncentráció csökkenése mindenekelőtt csökkenti a klinker égetésére fordított fajlagos hőfogyasztást.

Az aknakemencékben a hő 30—35%-a vész

el rendszerint a tüzelőanyag széntartalmának nem teljes égése következtében, amit „kémiailag tökéletlen elégsnek“ nevezünk. Az elméleti számítások és a Giprocement aknakemencékben végzett kísérletei bebizonyították, hogy a levegő oxigénnel történő dúsítása esetén a tökéletlen égés is csökken. Az égés tökéletesebb lesz, tehát a fűtőanyag hőfejlesztőképességét jobban használjuk ki, csökken az 1 to klinkerre eső fajlagos tüzelőanyagfogyasztás. Ezenkívül csökken az égés „mechanikai tökéletlensége“ és a környező közegbe távozó hőveszteség. Megállapították, hogy ha a levegő oxigén tartalmát 21%-ról 30%-ra növelik, a klinker égetésére fordított hőfogyasztás mintegy 20%-kal csökken.

Az aknakemencék teljesítőképességét, mint ismeretes, az anyagréteg áramlási ellenállása korlátozza, amely a többi között a rajta keresztühaladó levegő és a gázok sebességétől függ. Ha a levegőt oxigénnel dúsítjuk, akkor azonos levegőkeverék-sebesség és ugyanolyan áramlási ellenállású anyagréteg esetén több fűtőanyagot lehet égetni a kemencében s így teljesítőképességét növelni lehet. Kedvezően hat a klinkerhozam növekedésére a fajlagos hőfogyasztás csökkenése is. A számítások és kísérleti adatok azt mutatják, hogy ha a levegő oxigéntartalmát 30—35%-ra növeljük, a 2,42 × 11,35 m méretű, 2000 mm viszoszlop nyomású aknakemence teljesítőképessége 65—70 százalékkal nő és 13—15 to klinker/órát tesz ki.

Mind a tüzelőanyagfogyasztás csökkenése, mind az aknakemence teljesítőképességének fokozódása a levegő oxigénnel való dúsításának mérvétől függ. Érdekes, hogy ha a levegő viszonylag kis mértékben dúsult oxigénnel, az aknakemence teljesítőképességének növekedése és a tüzelőanyagmegtakarítás nagyobb, mint maximális dúsítás esetén. Tehát gazdaságilag célszerű viszonylag alacsony oxigéntöménységgel dolgozni (pl. 30—35 százalék), ami 90—100 m³ technikai oxigént jelent to/klinkerenként.

A dúsított levegő alkalmazásával a forgókemencében nő a láng és a fölötte lévő gázáram hőmérséklete. Ennek megfelelően némiképpen növekszik a bélés hőmérséklete is a forró övezetekben. Ezenkívül nagyobb lesz a gáz szénvastartalma.

A tapasztalat azt mutatta, hogy ha a levegőben 21—30% oxigén van, a láng hőmérséklete 100—150°-kal emelkedik a szénadtartalom pedig 26-ról 36—40%-ra nő.

A forgókemence teljesítőképességét főképpen az határozza meg, hogy mekkora a gázáramtól az anyagnak történő hőátadási intenzitása. Ha a levegőt oxigénnel dúsítjuk, javul a hőátadás. Ennek eredményeképpen fokozódik a berendezés teljesítőképessége is. Egyidejűleg csökkenteni lehet az 1 to/klinker égetésére elhasznált fajlagos tüzelőanyagmennyiséget is, de kisebb mennyiséggel mint az aknaklinker égetésénél. Számításba kell venni, hogy a forgókemencékben rendszerint nincs kémiaiilag elégtelen égés. A kísérletekből látható, hogy az ilyen kemencék teljesítménye 30% oxigént tartalmazó légfúvatásra történő áttérés esetén, 15—25%-kal nő, a fajlagos tüzelőanyagfogyasztás pedig 10—15%-kal csökken. De az oxigén alkalmazásának eredménye nem csupán a hozam növekedése és a tüzelőanyagfogyasztás csökkenése. Olyan viszonyok jönnek létre, hogy igen alacsony folyékony fázistartalmú, sok alítót tartalmazó speciális klinkereket lehet égetni. Ezenkívül fehércement gyártására alkalmas, teljesen vastartalom nélküli klinkert lehet így előállítani.

Az oxigén segítségével a cementipar gyenge minőségű helyi szénfajtákat, különböző melléktermékeket és csekély kalóriatartalmú gázokat (pl. nagyolvasztógáz) használhat fel, amelyek égési hőmérséklete normális körülmények közt alacsony. Az oxigén a nyersanyagbázist is kiszélesíti. Ugyanekkor új utak tárulnak fel, amelyeken a cementipar a népgazdaság többi ágával együtt működhetik. A forgó- és aknakemencék nagy szénadtartalmú távozó gázait a vegyipar, a többi között a hűtő- és a szódaipar hasznosíthatja.

A szovjet gyártmányú oxigéngyártógépek óránkénti teljesítménye 1000—3000 és több m³. Ez azt jelenti, hogy 500 000 to/klinker évi teljesítményű cementgyárban 2—3 ilyen berendezésre van szükség. Az oxigéngyártás elég sok energiát igényel: 1 m³ gyártásához 0,6—0,7 kWó szükséges. Ezért elsősorban azoknál a cementgyáraknál kell oxigénállomásokat építeni, ahol olcsó elektromos energia áll rendelkezésre.

A levegő-oxigén fúvatás sikeres bevezetése a cementiparba erősen függ attól is, hogy az oxigént helyes módon juttassuk a kemencébe. Ha az oxigén és a levegő keverékét alacsony nyomással juttatjuk be a meglévő fúvókákon keresztül, akkor a teljesítmény csak 30—50%-kal nő. „Éles” fúvatáskor viszont (ha a nyomás nagy) a teljesítmény 2—3-szorosára nőhet.

Ezzel kapcsolatban az amvroszievi gyár aknakemencéinél három módszert próbáltak ki, hogy a legjobbat kiválasszák: 1. az oxigént levegővel együtt a beadagolórács alá adták, 2. az égésiöv alá vezették és 3. az „önfúvatás”-t alkalmazták, amelynél az oxigén közvetlenül az égésiövbe és részben fölé kerül, a szénmonoxid kiegészítése céljából. Ezért a gyár oxigénállomásán három kompresszorból álló berendezést terveztek, amelyek az oxigén nyomását 500 mm vízoszlop-ról 30 atm-ra növelték. Többféle javaslatot tettek az oxigénnek a forgókemencébe való fúvatására is.

Az oxigénnel dúsított levegő alkalmazásával és a kemencék teljesítményének növelésével egy kissé át kell építeni a technológiai segédberendezést és a szállítóberendezést: meg kell növelni ezek kapacitását. Teljesen légmentesen kell elzárni az aknakemence törzsét és zsilipzárját, meg kell szervezni a fűtőanyag adagolását, a klinkertermelés súlynyilvántartását. A forgókemencéknél légmentesen el kell zárni a kamrákkal való kapcsolást a másodlagos levegőadagolás csökkentése céljából, növelni kell a befúvás nyomását, a kemencét és az egész oxigénrendszert különleges ellenőrzőmérő berendezéssel kell ellátni stb. A Juszgiprocement tervezői most dolgoznak mindezekben a kérdéseken.

Milyen eredményt vár a cementipar az oxigén alkalmazásától? Elsősorban — az aknakemencék teljesítményének 65—70, a forgókemencéknek 15—25%-kal való növekedését. Jelentősen csökken a tüzelőanyagfogyasztás. Az oxigén önköltségének 60%-át teszi ki az elektromos energiára fordított kiadás. A számítások azt mutatják, hogy ha az aknakemencék teljesítményét 40—50 százalékkal növeljük és a technológiai tüzelőanyag fajlagos fogyasztását 20%-kal csökkentjük, a cement minősége pedig akár csak egy osztállyal is javul, a klinker önköltsége 3—3,5%-kal kevesebb, mint oxigénnel nem dúsított levegő alkalmazása esetén. Valamivel kisebb lesz a forgókemencékben égetett klinker önköltségszűkenése a nagyobb fajlagos oxigénfogyasztás és a kisebb tüzelőanyagmegtakarítás következtében.

A XIX. Pártkongresszusnak azt a határozatát, hogy az oxigén alkalmazását be kell vezetni a cementiparba, becsülettel kell teljesítenünk. Mindenekelőtt meg kell gyorsítani az oxigénállomás építését az amvroszievi gyárban, el kell végezni a kemencék szükséges építését is és teljesen el kell sajátítani az új gyártási módszert először egy vállalatnál, majd be kell vezetni az egész iparba.

A cement nedves őrlésének előnyei

(Promislenosztj Sztrójtjelnih Matyerialov, 1952. szept. 6.)

SZ. SZESZTOPEROV Sztálin-díjas

Hazánkban gigantikus hidrotechnikai-, ipari- és lakóhívezítkezések folynak. A Párt XIX. kongresszusának a Szovjetunió fejlesztésére vonatkozó ötödik ötéves terve a beruházások további nagymérvű növelését irányozza elő; 1951—1955-ben mintegy kétszeresére növelik 1946—1950-hez képest a beruházásokat. Az új ötéves tervben nagy vizierőműveket építünk (*Kujbisev, Minge-csaurszk, Uszty-Kamenogrszk* stb.). Felépítjük a *sztálingrádi* és a *kahovi*, a *Volgán a cseboszarszkijt*, a *Kam folyónál Votkinszk*, az *Irtisnél Buhtarmin vizierőműveket*.

A Népgazdaság növekvő szükségleteinek kielégítésére az ötéves tervben az alapvető építőanyagok gyártása nem kevesebb, mint kétszeresére nő, a cementgyártás pedig még ennél is nagyobb mértékben növekszik.

A szükségletek azonban csak úgy elégíthetők ki teljesen, ha gazdaságosan és észszerűen használjuk fel a cementet, mint aktív kötőanyagot.

Az észszerű cement felhasználás problémájának megoldása nagy mértékben függ a cementgyártás félkész termékének, a klinkernek az aprításától. A klinkernek cementgyárainkban és a külföldi cementgyárakban alkalmazott száraz őrlése sok nagy szemcsét tartalmazó anyagot ad. Ezek a szemcsék nem vesznek részt a szilárdulás folyamatában, és kötőkéességük gyakorlatilag nincs kihasználva. Ezért a cement aktivitása jelentősen csökken.

A cement aktivitása javítható az őrlési finomság fokozásával. Minél finomabbra van őrölve a kötőanyag, annál nagyobb a belőle készült beton szilárdsága. A mai száraz eljárással azonban nem lehet gazdaságos úton elérni a kívánt őrlési finomságot. Ennél a módszernél ezenkívül a cement szállítása és tárolása sok kényelmetlenséggel jár. Sok a porvesztés. Minden építkezési téren zárt raktárakat kell építeni. Hosszas tárolásban csökken a cement aktivitása. A száraz por alkalmazása végül kedvezőtlen egészségügyi és munkaviszonyokat teremt a vállalatoknál és az építkezéseknél.

Ezeket a fogyatékoságokat a nedves őrlés alkalmazásával küszöbölhetjük ki. *P. A. Rebinder* akadémikus vizsgálatai kimutatták, hogy az anyagok keménysége a vízben csökken. A klinker nedves őrlése esetén a cement nagy finomságot ér el.

A szovjet tudósok a gyakorlat embereivel közösen, ipari viszonyok között kipróbálták a cement nedves őrlésének technológiáját. Mint a kísérleti munkák mutatták, a malmok teljesítménye több mint másfélszeresére nőtt, jelentősen csökkent a fajlagos elektromos energia fogyasztás. Az adott márkájú cementeket nedves őrlésben kisebb klinkerfogyasztással sikerült előállítani, adalékanyagok hozzáadása révén. Ezzel a mód-

szerral jobb technikai tulajdonságokkal rendelkező cementet kaphatunk, ha a klinker 25%-át őrlött mészkővel helyettesítjük. A számítások arról győznek meg, hogy a beton önköltsége az új módszernél lényegesen csökken.

Különböző gyárakból származó, szárazon és nedvesen őrlött cementek tulajdonságainak összehasonlítása azt mutatta, hogy száraz őrlésnél, amikor a klinkert adalék nélkül szabvány finomságúra aprítjuk, a malmok óránkénti teljesítménye 2,7 tonnát tett ki. Nedves őrléskor, 75% klinkerből és 25% mészkőből álló kötőanyag őrlése esetén a berendezés teljesítőképessége 4 tonnára növekedett. A nedvesen őrlött cement aktivitása ilyen viszonyok között nagyobb volt, mint a száraz eljárásnál. Fontos megjegyezni, hogy a nedves őrlés a száraz őrlésre való „SzM—14” malomban történt, mindennemű átállítás nélkül.

A nedvesen őrlött iszapból készült betonkeverék gyártástechnológiája: szakadatlan klinker, gipsz, különböző ásványi adalék és víz adagolása közös adagolótányérokra a malomba: az anyagok őrlése.

A malomból kikerülő cementiszap a keverőbe kerül, majd a habarcskeverő vagy betonkeverő fölötti adagolótartányba. Itt történik a habarcs- vagy betonkeveréket alkotó anyagok adagolása és keverése. Ezután a keverék az építkezési helyre kerül. A kötési idő szabályozása és a keverék mozgékonyosságának növelése céljából őrlés után szulfitszennylúgot adnak az őrleménybe. Egyes esetekben vákuumozni kell a cementiszapot, víztartalmának csökkentésére.

A klinker nedves közegben való aprításától úgy várhatunk jó eredményeket, ha megfelelően szabályozzuk a folyékony és a szilárd anyagok arányát a malomban. Kísérletekkel kimutatták, hogy legcélszerűbb a 0,40—0,45 határok közötti víz : cement arány.

Őrléskor a cementiszap felmelegszik és a malomból 45—50° hőmérsékleten lép ki. Számos esetben, amikor a beton készítése azonnal őrlés után történik, ez a hőmérséklet elősegíti a szilárdulás gyorsítását. Ha viszont a betonkeveréket bedolgozása előtt meghatározott ideig (pl. 1,5—2 óra hosszát) mozgékony állapotban kell tartani, le kell hűteni a malmot. A nedves őrlés különösen a nagy cementfogyasztó körzetekben válik be: a nagy építkezéseknél, nagyvárosokban. Ilyen viszonyok között folyamatos technológiai folyamatot szervezhetünk a kötőanyag készítésétől a beton bedolgozásáig. A cement a nedvesen őrlött iszapban néhány óra hosszát megtartja tulajdonságait, ami minden ipari és építkezési művelet elvégzéséhez elegendő.

A nedves őrlésnek nagy a jelentősége minden betonmunkánál. A folyamat folytonossága, a

pontos grafikon betartása ütemessé teszi az építkezési munkát, a szervezést.

A nedves őrlési módszer az építészek előtt nagy perspektívákat tár fel. Azonkívül, hogy gyorsítja a beton szilárdulási folyamatát, a nedvesen őrlött cementekkel nagyobb szilárdságú betont nyerhetünk. A tapasztalat megmutatta, hogy 350 kg cement/m³ betonfogyasztás esetén „700” márkájú betont kaphatunk. Gőzölés nélkül ezek a betonok már szilárdulásuk harmadik napján „400—500” szilárdságot adnak. A nagyfokú aprítás segítségével jól kihasználhatjuk a nedves őrlést, ha finom homokot alkalmazunk a betonhoz. Mint a különleges kísérletek megmutatták, ezzel 80—100 kilogramm cementet takaríthatunk meg beton m³-ként. Ez különösen a Sztálingrád-gidrosztrój és a Turkmén-csatorna építésénél fontos.

A nedves őrlés előnyeiről beszélve, meg kell említeni a cement fagyállóságának és szulfátállóságának növekedését is. Ha nedves őrlést alkalmazunk és az iszapba különböző adalékokat adunk, jelentősen növelhetjük a kötőanyagoknak ezeket a tulajdonságait.

A nedves őrlés segítségével még egy kérdést megoldhatunk. Tudjuk, hogy bármely betonmárkánál megfelelő cementmárka mellett az átlagos cementfelhasználás nem több 220 kg/m³-nél. De a cementfogyasztás rendszerint túlhaladja ezt a számot, mivel nehéz minden építkezéshez a szükséges aktivitású cementet szállítani. A cement

nedves őrlésének alkalmazása a népgazdaság számára lehetővé teszi, hogy egymillió tonna klinkerből nem kevesebb mint egymillió m³ betont kapjon.

A nedves őrlés nemcsak közvetlenül az építkezéseknél, hanem az azbesztcement és a vasbetonipari vállalatoknál is alkalmazásra találhat.

Ismeretes, hogy a palagyrakban a száraz cementet technológiailag vízzel keverik, ezért a nedves őrlés alkalmazása ott teljesen természetes és könnyen megvalósítható.

A nedves őrlés komoly előnyeit a korszerű vasbetonlemezgyárak is kihasználhatják, ahol különösen értékes a cement nagy aktivitása és gyors szilárdulása. A nedvesen őrlött cementbe aktív adalékokat adhatunk, amelyek növelik a vasbetonlemezek szilárdságát gőzölésnél.

Az új haladó módszer elterjesztésére egyesíteni kell az építészek és az építőanyagipari dolgozók erőit. Az Építésügyi és az Útépítési minisztérium terveztessen és hozzon forgalomba nedves őrlésre szolgáló típus-berendezést. Az ügy sikere attól függ, milyen gyorsan lesz kész a nedves őrlésre szolgáló berendezés.

Az ötéves tervben előírt feladatokhoz fel kell tárnunk minden tartalékot, hogy az ipar cementszükségletét fedezhessük. Az új őrlési módszer segítségével lényeges kiadások nélkül növelhetjük a cementipar reális kapacitását és a népgazdaság számos ágának további fejlődését segíthetjük elő.

Kérdés — felelet

K É R D É S E K

9. Hogyan változik a forgókemence teljesítőképessége a beadagolt tüzelőszén fűtőértékével?
10. Mennyiben hasznos a többkamrás malom teljesítőképességére az őrlendő anyag előzúzása?

A malmok teljesítőképességének növelése

V. V. TOVAROV

„Cement“ 1952. 2. sz., 7—9. old.

A forgó- és aknakemencék kihasználását és teljesítőképességét jelentősen fokozták az iszap nedvességtartalmának csökkentése, a zsugorítási övezetben a vízhűtés alkalmazása, a huzat növelése stb. révén. Számos cementgyárban a tervbevett újjáépítési munkák elvégzése után kilátás van a klinkergyártás további növelésére is, úgy-hogy felvetődik a nyers-, szén- és cementmalmok teljesítménynövelésének kérdése.

A. D. Kaminszkij és Sz. D. Kosztrickij a „Cement“ 1951. 2. számában közölt cikkükben rámutattak a Bugajev cementgyárban a cementmalmok teljesítményét jelentősen fokozó módszerekre. A kramatorszki cementgyárban végrehajtott intézkedések lényege a malmok szellőzésének növelése a „finom cementpor káros lökés-csillapító hatásának“ felszámolására és az őrlött anyag nedvességtartalmának könnyebb eltávolítására.

Vizsgáljuk meg a malom üzemének eredményességét befolyásoló tényezőket és kísérjük meg elméletileg elemezni a Bugajev-cementgyárban használt cementmalmok racionalizálási módszerét.

Mint ismeretes, a dobmalomokban az anyag aprítási folyamatának kifogástalanságáról az adott méretnél durvább részecskék részaránya alapján győződhetünk meg, például az ellenőrző szitákon visszamaradó anyag százaléka alapján. A többkamrás malmok tengelye mentén a szítamaradék csökkenését kifejező görbék mutatják, hogy míg az őrlendő anyag tulajdonságai és az őrlési viszonyok (a behelyezett őrlőtest-töltet stb.) igen különböznek, addig a görbéknek mégis vannak közös jellegzetes tulajdonságaik: eleinte meredeken, majd egyre lassabban esnek. Ez az ellaposodás különösen a finom aprítás szakaszában, a malom utolsó kamrájában észlelhető.

Sok cementipari szakértő, közöttük Kamin-szkij és Kosztrickij elvtárs is, azt tartja, hogy ezt a jelenséget a finom részecskék „lökéscsillapító hatása“ okozza. A finom részecskék tömege felfogja az őrlőtestek ütéseit. A valóságban a finom őrlés stádiumában az aprítás lassulását főként egyéb okok idézik elő. Ezek közül a legfőbbek:

1. az őrlési folyamat sajátosságai a dobmalomokban;
2. az aprított anyag heterogenitása.

Meghatározott viszonyok között az aprítás folyamatát a felaprított anyag lökéscsillapító hatása is lényegesen lassíthatja, de nemcsak a finom őrlés stádiumában, hanem a malmok első kamráiban is.

Ezenkívül egyes esetekben száraz őrlésnél az aprítás folyamatát az fékezi, hogy az őrlendő anyag az őrlőtestekhez tapad és az anyagrészecskék egymással is összetapadnak.

Vizsgáljuk meg ezeket az okokat részletesebben.

Az elméleti és kísérleti vizsgálatok alapján az őrlési folyamatról az alábbi, sematikus képet alkothatjuk:

Az őrlőtestek a centrifugális erő hatására a malomdobbal együtt bizonyos magassáig emelkednek, majd a parabolát megközelítő pályát írnak le. A röppálya végén a külső rétegben lévő őrlőtest ütést mér a malom falára (a belső rétegekben mozgó őrlőtestek az előzőleg leesett őrlőtestekre esnek), majd a ciklus előlről kezdődik.

Az őrlőtest minden ciklus folyamán egy ütést végez, a malomban lévő őrlendő anyag egész mennyisége áthalad a malom „működő keresztmetszetén“ és az őrlőtestek zúzó és dörzsölő hatása alá kerül.

Az anyagrészecskék csak akkor őrlődnek, amikor az őrlőtestek „ütési zónájába“ kerülnek.

Az egy ciklus alatt az őrlőtestek ütését felvevő (és így őrlésre kerülő) anyag mennyisége egyenlő egy őrlőtest átlagos őrlési zónájának és a malomban lévő őrlőtestek számának szorzatával.

A számítások azt mutatják, hogy ha a malom észszerűen van anyaggal feltöltve, az őrlőtestek ütései zónájának összesített térfogata egy ciklus alatt a malomban lévő anyag teljes mennyiségének 100%-át teszi ki. Az őrlési ciklus alatt tehát a ciklus kezdetén a malomban lévő anyag teljes mennyiségének csak kis része őrlődik meg. Nyilvánvaló, hogy ez egyenlő az őrlőtestek ütései zónája összegeztett térfogatának és a malomban lévő anyag térfogatának hányadosával:

$$k_{\sigma} = \frac{V_{\sigma} n_{\sigma}}{V} = \frac{V_{\sigma} n_{\sigma} \gamma}{P}$$

k_{σ} = a viszonylagos aprítási sebesség az egység tört részeiben;

V_{σ} = egy őrlőtest ütései zónájának átlagos térfogata dm^3 -ben;

n_{σ} = a malomba helyezett őrlőtestek száma;

V = a malomban lévő anyag térfogata, dm^3 -ben;

P = a malomban lévő anyag súlya kilogrammban;

γ = az őrlött anyag térfogatsúlya, kg/dm^3 -ben.

Minthogy a malom forgása közben öröletlenül maradt részecskék az anyag teljes terjedelmében egyenletesen oszlanak el, a viszonylagos aprítási sebesség, vagyis az egy ciklus alatt megőrölt durva részecskéknek és az adott pillanatban a malomban lévő durva részecskék teljes mennyiségének viszonya, állandó és számszerűleg a fent megadott törttel egyenlő, függetlenül az őrlés időtartamától.

Gyakorlati szempontból fontosabb az őrlés abszolút sebessége, vagyis az egységnyi idő alatt

megőrölt durva frakció mennyisége. Ha a malomban lévő anyag csak durvaszemcsés részecskéket tartalmazna, akkor az aprítás sebessége állandó és maximális volna. Ez a helyzet azonban csupán az őrlés kezdeti szakaszában áll fenn. A továbbiakban a durvaszemcsés részecskék mennyisége csökken. Nem nehéz megállapítani, hogy az abszolút aprítási sebesség mennyiségileg a durvaszemcse-tartalomtól függ. Nyilvánvaló, hogy ha az anyag például 50 vagy 10% durva részecskét tartalmaz, akkor az ilyen részecskék abszolút aprítási sebessége az első esetben a felét, a második esetben az egytizedét teszi ki annak a sebességnek, amely 100%-os durva szemcse-tartalom esetén volna érvényes.

Igy tehát az aprítás abszolút sebessége egyenesen arányos az őrlőtestek ütési zónáinak összegezett térfogatával és a durvaszemcse-tartalommal:

$$P = V_s n_s \frac{R}{100} \quad (2)$$

P = az aprítás abszolút sebessége;

R = az őrlés adott pillanatában az őrlendő anyag durvaszemcse-tartalma (az ellenőrző szitán visszamaradó anyag százalékaiban).

Az (1) és (2) képletnek fontos elméleti jelentősége van, minthogy a dobmalomban végbemenő őrlés kinetikájának elméleti egyenletét, amely a durvaszemcse-tartalom változását juttatja kifejezésre az aprítás időtartamának függvényében (ha szakaszos működésű malomba külön adagolt anyagot őrlünk):

$$R_t = R_0 (1 - k_s)^t,$$

R_0 = az anyag durvafrakció-tartalma őrlés előtt %-ban;

R_t = ugyanez az őrlés kezdetétől számított t idő elteltével.

Ez a képlet ismét a viszonylagos őrlési sebesség jelentőségét mutatja: minél nagyobb k_s , annál kisebb az $(1 - k_s)$ különbség, vagyis egyforma hosszú ideig tartó őrlés esetén az anyag kisebb durvaszemcse-tartalomig őrlődik, R megadott értékig történő őrléshez pedig rövidebb t őrlési idő szükséges.

Vizsgáljuk meg részletesebben a bemutatott képletekből levonható következtetéseket.

A (2) képlet azt mutatja, hogy az őrlés abszolút sebessége az őrlőtestek ütési zónáinak összeített térfogatával, az őrlendő anyag durvaszemcse-tartalmával és az utóbbi térfogatsúlyával arányos; nem függ a malomban lévő anyag mennyiségétől. Ezt az első pillantásra nem teljesen világos körülményt az teszi érthetővé, hogy rendes őrlési viszonyok között (amilyenekre a képlet vonatkozik) a malomban lévő anyag térfogata sokkal nagyobb, mint amekkora az őrlőtestek ütési zónáinak kitöltéséhez szükséges. Abban az esetben (amely a gyakorlatban nem szokott előfordulni), ha a malomban lévő anyag térfogata kisebb az őrlőtestek ütési zónáinak összegezett térfogatánál, az aprítás abszolút sebessége a betöltött anyag térfogatával arányosan változhat.

Az (1) képlet azt mutatja, hogy az aprítás viszonylagos sebessége az őrlőtestek ütési zónáinak összegezett térfogatával egyenesen, a malomban lévő anyag térfogatával pedig fordítottan arányos. Ezek a képletek mutatják és magyarázzák meg az őrlendő anyag térfogatsúlyának hatását is: az őrlési sebesség (súlyegységben kifejezve) annál nagyobb, minél nagyobb az anyag térfogatsúlya.

Azt mondhatnók, hogy a vizsgált képletek ellentmondanak egymásnak, minthogy az (1) képlet szerint az aprítás sebessége a malomban lévő anyag térfogatától függ, a (2) képlet szerint pedig attól független. Ez az ellentmondás csak látszólagos, és mint alább kimutatjuk, a két képlet kiegészíti egymást.

Rendes üzemviszonyok között a dobmalomban (gyenge szellőzés esetén) az őrlendő anyag durvaszemcse-tartalma (pl. a 90. sz. szitamaradék százaléka) az anyagnak a malom mentén való elmozdulása során folytonosan csökken. Ez az egyik fő oka annak is, hogy az aprítás abszolút sebessége a malom második, harmadik és negyedik kamrájában egyre csökken.

Ezért a dobmalomban őrlési hatásfokának és teljesítőképességének növelésére az egyik alapvető módszer, az őrlendő anyagban lévő durva részecskék részarányának növelése. Ezt az előírt finomságig aprított (vagyis a megadott méretnél kisebb) részecskék eltávolítása útján lehet megoldani. A finomrészecskék eltávolítása következtében a durvafrakció R részaránya és egyúttal az aprítás viszonylagos sebessége növekszik, mint a (2) képlet kifejezi.

Ugyanekkor a malomban lévő anyag térfogatának csökkenése folytán, mint az (1) képletből látjuk, az aprítás viszonylagos sebessége is emelkedik.

Fenti vizsgálataink során feltettük, hogy az őrlendő anyag homogén és ellenállása az aprítással szemben állandó. A gyakorlatban ez az érték az őrlés folyamán jelentékenyen változhatik. Ennek oka a valóságos anyagok heterogenitása. Így pl. a cementklinker több különböző ásványból, a mészkő összecementálódott, külön kristályokból stb. áll. Azonkívül minden anyag tömegében sok gyenge hely: repedés, hasadási sík, finom kristályszerkezeti hiba van. Az őrlés kezdeti szakaszában az anyag elsősorban a leggyengébb helyeken hasad, ezért az aprítás viszonylag könnyen és gyorsan megy. Az aprítási folyamat előrehaladása mértékében csökken a gyenge helyek száma. Ennek eredményeképpen az öröletlenül maradt részecskék őrléssel szembeni ellenállása mintegy fokozódik s így az aprítási sebesség erősebben csökken, mintha homogén anyagot őrlőnének.

Ily módon a dobmalomban a durvaszemcse aprításának folyamata rendes őrlési viszonyok esetén bonyolultabb törvényszerűséget követ, mint a (3) elméleti képlet feltételezi. A durvaszemcse-tartalomnak az őrlés időtartamától való függését a (3) képlet kibővítésével nyert következő egyenlet segítségével fejezhetjük ki:

$$R_t = R_0 (1 - k_s)^t m,$$

$m =$ a viszonylagos aprítási sebességnek az őrlés folyamán beálló változását jellemző hatványkitevő,

$m = 1$, akkor a viszonylagos aprítási sebesség állandó, ha pedig $m < 1$, akkor csökken. A tapasztalat azt mutatja, hogy homogén anyagok, (pl. cementklinker) esetén $m = 1$; heterogén anyagok (pl. mészkő) esetén m értéke 0,5—0,6-ra csökken.

Noha rendszerint nem befolyásolhatjuk az őrlendő anyagok tulajdonságait, az optimális őrlési viszonyok kiválasztásánál mégis számításba kell vennünk. Az aprítási sebességet lényegesen befolyásolja a heterogén anyagok (klinker és kovaföld) összeállításával nyert anyag őrlése. Ezek az adalékanyagok már a malom első felében megfelelő finomságúra aprítódnak. Így tehát a malom másik felébe való továbbvitelük káros, minthogy növelik az anyag teljes térfogatát és ezzel csökkentik a klinker őrlési sebességét.

Az aprítási sebességet csökkentő harmadik tényező az őrlendő anyag odatapadása az őrlőtestek felületéhez és az őrlött részecskék egymással való összetapadása. Az őrlőtestek felületéhez tapadó anyagréteg csökkenti az ütések erejét; ezenkívül az energia egy része haszontalanul a már megőrlött részecskék összetapadásának megszüntetésére pazarlódik el. Ilyenképpen az összetapadás jelentékenyen csökkenti az őrlési sebességet és ha az anyagot megadott finomságúra kívánjuk aprítani, csökkentenünk kell a malmok termelékenységét és növelnünk kell az őrlésre fordított fajlagos energiafelhasználást.

Az összetapadást számos esetben az őrlendő anyagok (mészkő, klinker) tulajdonságai és nedvességtartalma okozzák. Ha a nedvességtartalom bizonyos határokat meghalad, az aprítás sebessége hirtelen csökken és a malmok teljesítménye kisebb lesz (sőt néha a malom falait vastag rétegben vonja be az őrlendő anyag). Ezért az anyagok kifogástalan szárítása a malmok magas teljesítőképességének elengedhetetlen feltétele.

Végül az őrlés eredményességét bizonyos viszonyok között az őrlendő anyag „lökéscsillapító hatása” is csökkentheti. Ez akkor szokott

meg történni, ha túlnagy a betöltött anyag mennyisége. Ebben az esetben az őrlőtestek ütéseinek eleven erejét a rugalmas anyagréteg felveszi. A malmok adagolását ilyen esetekben csökkenteni kell, — ez az eredményt lényegesen javítja. Kétségtelen bizonyítékul szolgálhat a malmok üzemének racionalizálásával kapcsolatban a brjanszki saválló cementgyár dolgozóival közösen végzett munkánk. A kvarchomokot szakaszos működésű malomban őrlöttük meg. A homokot a malom térfogatához képest kb. 50%-ban adagolták és 40% őrlőtestet (kovatartalmú kavics) helyeztek be. Ha a berakott homok mennyiségét felényire csökkentettük és más őrlőtesteket helyeztünk be, a malom teljesítménye 90%-kal nőtt, a fajlagos energiafogyasztás pedig 40%-kal csökkent.

A többkamrás malmok kamráinak anyaggal való feltöltését a kamrák közötti és kiömlési rácsok tényleges keresztmetszetének és szerkezetének módosítása útján lehet szabályozni. A kis őrlési ellenállású anyagok aprításánál különleges jelentősége van a rácsok átbocsátóképességének. Ilyen esetekben az egyszerű rácsok átbocsátóképessége nem elegendő és a malmok teljesítőképessége kettős (elevátor) közfalak behelyezésével jelentékenyen növelhető, ahogyan az amvroszievi és nevjanszki cementgyárakban meg is történt.

Érdekes a levegő lökéscsillapító hatásának kérdése is. *V. N. Jung* professzor véleménye szerint a finom anyag részecskéket körülvevő levegő rugalmas rétege megvédi őket a golyók őrlő hatásától, ezért a száraz őrlés eredménye rosszabb a nedves őrlésénél. Szerintünk ez a magyarázat helytálló. Ha a levegő lökéscsillapító hatást fejtené ki, akkor vákuumban az őrlés sebességének növekednie kellene. *De Sz. E. Viro* atmoszférikus nyomásnál és 700 mm higanyoszlop légritkulásnál végzett kvarc száraz és nedves őrlésére vonatkozó igen körültekintő kísérletei azt mutatták, hogy a „vákuum jelenléte sem nedves, sem száraz őrlésnél gyakorlatilag nem befolyásolja a golyósmalmok munkájának eredményét“ (*Viro Sz. E. Kerámiai anyagok golyósmalmokban, vákuumban történő aprításának tapasztalatai, Keramics 15. sz.*).

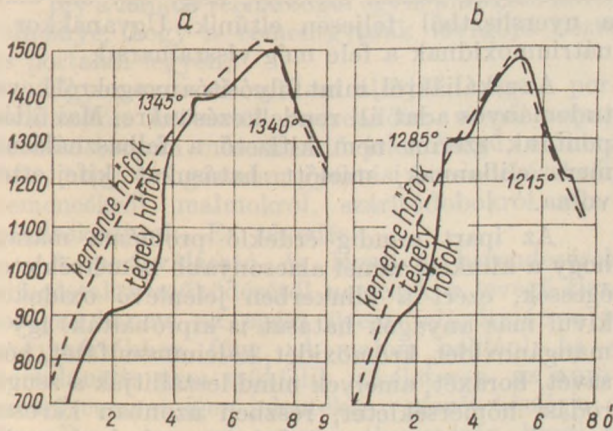
A klinkerégetés mineralizátorai

DOLEZSAI KÁROLY

A klinkerégetés folyamatát három hőmérsékleti köze osztjuk fel. A hevítés első szakaszában, ha megfelelő összetételű nyerslisztből indulunk ki, azt tapasztaljuk, hogy a hőmérséklet fokozásával az anyag először alkotórészeire bomlik (kalciumkarbonát, magnéziumkarbonát, agyag), majd a hőmérséklet további emelésének hatására az alkotók reakcióba lépnek egymással, s olyan új vegyületek képződnek, amelyek a gyengén (nem zsugorodásig) égetett hidraulikus kötőanyagokra jellemzők.

A hevítés második szakasza az 1100—1300° hőintervallum. Ezt leginkább Toropov kutatásai alapján ismerjük, aki mikroszkópikus és röntgenográfiai vizsgálatai során azt tapasztalta, hogy a trikalciualuminát képződése már 1000 fokon megkezdődik, s a hőmérséklet emelkedésével a képződés meggyorsul. A trikalciumszilikát képződését először 1300 foknál figyelte meg, s ekkor a rendszerben olvadt fázis még egyáltalán nem volt jelen. Levonható ebből az a következtetés, hogy a trikalciumszilikát képződése olvadt fázis jelenléte nélkül tisztán szilárd fázisok közt is végbe-mehet.

A hevítés harmadik szakaszában történik a tulajdonképpeni klinker keletkezése, miközben az anyag egy része olvadt állapotba megy át. Vizsgáljuk meg, hogy milyen folyamatok játszódnak le a klinkerégetés folyamán és a vasoxidon keresztül nézzük meg, milyen olvadáspontcsökkentő hatást fejtenek ki a mineralizátorok.



1. ábra.

A nyersliszt alkotórészeinek hatását az égetési folyamatra Tung és Dyckerhoff égetési görbéiből tanulmányozhatjuk. Az első görbe tiszta fémoxidból szintetikusán előállított nyersliszt égetési folyamatát ábrázolja (66% CaO, 10% Al₂O₃, és 24% SiO₂), a második pedig egy üzemi nyerslisztét, amely az előbbi alkatrészekon kívül, 3,19% vasoxidot, 1,94% magnéziumoxidot és kevés alkáliát tartalmaz.

A hevítés folyamán a nyerslisztben, kevésse 900° fölött, erős endoterm folyamat játszódik le, ami a kalciumkarbonát bomlásának következménye. Ezután nagyjából egyenletes hőemelkedés következik, amely alatt a gyengén égetett hidraulikus kötőanyagokra jellemző reakciók játszódnak le, majd 1200 fok fölött jelentős exoterm folyamat figyelhető meg, amely — mint ma tudjuk — elsősorban a trikalciumszilikát képződésre vezető vissza.

A leírt folyamatok a két nyerslisztnél teljesen párhuzamosan játszódnak le, csak az üzemi nyerslisztnél az exoterm effektus 110 fokkal alacsonyabban van, mint a szintetikusnál. Nem kétséges, hogy az exoterm effektus reakcióhőmérsékletének csökkenése a vasoxid és az egyéb jelenlévő alkatrészek hatására vezethető vissza, amelyek egy alacsonyabb hőmérsékleten fekvő eutektikumot hoznak létre.

Összehasonlítva ezeket az eredményeket a CaO, Al₂O₃, SiO₂ terner, és a CaO, Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃ kvaterner rendszerrel, azt látjuk, hogy a tiszta oxidokból szintetizált nyersliszt 1395 fokon fellépő exoterm effektusa olyan hőmérsékleten van, mely nem felel meg a Rankin-diagramnak. Ennek oka, hogy 1335 fokon a dikalciumszilikát a 12/7 kalciumaluminát és a trikalciualuminát eutektikus olvadékot képez, ami 60 fok hőmérsékletesést okoz. Üzemi nyerslisztnél megfordított a helyzet, az exoterm effektus 1300 fok alatt lép fel, tehát alatta van a diagram értékének. Ennek oka, hogy a nyersliszt, a kvaterner rendszer oxidjain kívül más idegen anyagot (magnéziát és alkáliákat) is tartalmaz.

A megfigyeléseket összevetve azt látjuk, hogy 1250 fok alatt a CaO hidraulikus faktorokkal csak a trikalciumszilikát képződéséig reagál, a dikalciumszilikát és a kalciumoxid trikalciumszilikáttá egyesülése általában csak 1250 fok fölött lehetséges, mert ez a trikalciumszilikát stabilitásának alsó értéke. A reakció azonban a cementégetés hőmérsékletén szilárd fázisok közt csak olyan lassan játszódik le, hogy a klinkerképződés szükséges feltétele egy olvadt fázis jelenléte, amelyben a kalciumoxid és a dikalciumszilikát feloldódik, és amelyről a trikalciumszilikát újból kikristályosodik.

A tiszta kalciumoxidból, alumíniumoxidból, vasoxidból és kovásvából álló rendszert 1340 fok fölé kell hevíteni, a diagram szerint, ugyanis az olvadt fázis ezen a hőmérsékleten jelenik meg először. Jung és Kind kutatásai azonban azt mutatják, hogy az üzemi nyerslisztben jelen lévő egyéb alkotórészek az olvadék megjelenésének hőmérsékletét 1250—1300 fokra szállítják le. Ez a hőmérséklet azonban nem a portlandcement-klinker valódi zsugorodási hőmérséklete.

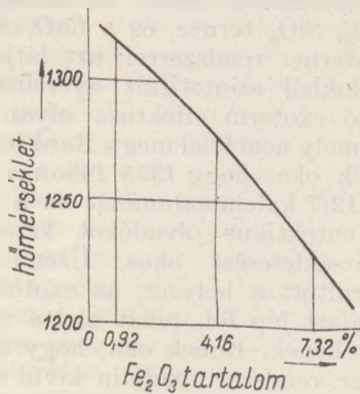
Kühl szerint ugyanis a jó klinker égetési hőfokának 100—150 fokkal magasabbnak kell lennie,

mint az olvadékképződés kezdete, ami azért szükséges, hogy elegendő olvadt fázis legyen jelen és a trikálciumszilikát képződés elegendő sebességgel menjen végbe.

Látjuk, hogy a vasoxidnak különleges szerepe van a zsugorodási eljárás folyamán. Meg kell azonban jegyezni, hogy a vasoxid önmagában csak korlátozott stabilitású s már kevéssel a normál klinkerégetési hőfok fölött vasoxidulra és oxigénre bomlik, ezáltal elveszti azt a képességét, hogy a klinkerásványképzésben részt vegyen. A vasoxidnak ez a szétesése 1500 fokon is még csekély s így ezt a mineralizátor hatáson kívül csak mellékreakciónak tekintjük.

A vasoxidtartalom olvasztó hatását bizonyítják Sanadának kísérleti forgókemencében végzett vizsgálatai. Sanada növekvő vasoxidtartalommal az égetési termék celittartalmát növelte s ezzel elősegítette a mész és a kovásvav közti reakciót. A növekvő vasoxidtartalom hasonló hatását elektromikroszkópos vizsgálatok is igazolják.

Azokat a hőmérsékleteteket, amelyeken a finoman porított klinkerrészecskék különböző vasoxidtartalommal megolvadnak, az alábbi diagram mutatja.



2. ábra.

A vasoxidtartalom folyósító hatása csak olyan összetételű cementekre érvényes, amelyekben az alumíniumoxidtartalom lényegesen magasabb a vasoxidtartalomnál. Blank és Koyanogi megfigyelték, hogy magas vasoxidtartalmú cementeknél a folyamat megfordul, úgy hogy ezeknél a zsugorítás megkönnyítésére nem a vas-, hanem az alumíniumoxidtartalmat kell megemelni.

Ennek megértésére tisztában kell lennünk azzal: nemcsak arra kell törekednünk, hogy az olvadék a legalacsonyabb hőfokon képződjék, hanem arra is, hogy mennyisége az egész rendszerhez képest viszonylag nagy legyen. Négykomponensű rendszerben trikálciumszilikát, dikalciumszilikát, trikálciumaluminát és tetrakalciumaluminátferrit egyensúlyban van az olvadékkal. A diagramokból leolvashatjuk, hogy 1338 fokon a négy komponenssel egyensúlyt tartó olvadék összetétele 54,8% CaO, 22,7% Al₂O₃, 16,5% Fe₂O₃ és 6,0% SiO₂. Ha feleslegben van mész és kovásvav, akkor az olvadék mennyisége az alumíniumtól és a vasoxidtól függ. Azon nyersliszteknek, amelyek alumíniummodulusa 1,38 fölött van, először a vasoxid, azoknál pedig, ahol az

alumíniummodulus 1,38 alatt van, először az alumíniumoxid használódik fel olvadékképzésre, s ezeknek mennyisége szabja meg az olvadék mennyiségét az egész rendszerre vonatkoztatva.

A természetes nyerslisztekben a vasoxidon kívül mineralizátor hatást fejtenek ki a magnézia és az alkáliák, ez utóbbi kettőnek a jelenléte azonban a klinkerben nem kívánatos.

Hansen és Budnikov kutatásai szerint a magnézia folyósító hatása jóval nagyobb, mint a vasoxidé. Hansen szerint 5,3% MgO a trikálciumszilikát, dikalciumszilikát, trikálciumaluminát és olvadékuk terner eutektikumát 1455 fokról 1375 fokra, a quaterner rendszer megfelelő hőmérsékletét 1338 fokról 1300 fokra szállítja le.

Az egyensúly az olyan mészben dús rendszerknél, amilyen a klinker, úgy jöhet létre, hogy a magnéziumoxid a rendszerből periklasz formájában kikristályosodik. Ez azonban nem zárja ki, hogy mint intermedier-termék a reakciók lejtőszódásában részt vegyen. Magnéziában dús nyersliszt égetésénél egyes kutatók 3CaO·MgO·SiO₂ és MgO (Al, Fe)₂O₃ közbeeső vegyület létezését tételezik fel, míg Kühl magas vastartalmú nyersliszt esetén spinell képződését mutatja ki. E közbeeső vegyületek az olvadékképzés szempontjából nem nagy jelentőségűek, mert az egyensúly beálltakor el kell tűnniök. Hogy a magnézia ennek ellenére is erős zsugorítóhatást fejt ki, az csak úgy lehetséges, hogy jelentős mennyisége az olvadt fázisba megy és ennek megfelelően leszálítja az olvadási hőfokot.

Az alkáliák mineralizátorként való felhasználásánál figyelembe kell venni, hogy magas hőmérsékleten erősen illékonyak. A kaliumoxid sokkal illékonyabb, mint a nátriumoxid, 1100 fokon figyelemreméltóan, 1200 fokon jelentősen és 1350 fokon olyan erősen illékony, hogy egy óra alatt a nyerslisztből teljesen eltűnik. Ugyanakkor a nátriumoxidnak a fele még visszamarad.

Az alkáliákról, mint folyósítósanyagokról kevés tudományos adat áll rendelkezésünkre. Mai álláspontunk szerint nem kifizető a felhasználásuk, mert elillannak, mielőtt hatásukat kifejlették volna.

Az ipart mindig érdeklő probléma marad, hogy a klinkert minél alacsonyabb hőmérsékleten égessek, ezért a klinkerben jelenlévő oxidokon kívül más anyagok hatását is kipróbálták, így a mangánoxidét, krómoxidét, kalciumszulfátét, bórsavét, boraxét, amelyek mind leszállítják a zsugorodási hőmérsékletet, részben azonban károsan hatnak a cement minőségére, részben pedig nagyon drágák.

Gyakorlatilag felhasználható anyagnak bizonyult a kalciumfluorid. Üzemi felhasználása során már Michaelis is tapasztalta, hogy ha a folypátot 1–2%-nál nagyobb mennyiségben adagolja, ez az olvadékképződést elősegíti, de nem kívánatos jelenségek állnak elő. Ez abban jelentkezik, hogy a klinker szétesésre hajlamos és barna-violett színű lesz, ha 1300–1400 fokra hevítjük. Ezért a cementipar csak kis mennyiségben használja a folypátot s az 1%-ot csak ritkán lépik túl.

Azokról a folyamatokról, amelyek nagyobb mennyiségű folyópát jelenlétében a klinkerégetés hőmérséklete alatt 300—400 fokkal lejátszódnak, még keveset tudunk. Becker vizsgálatai szerint ezek alig térnek el a tiszta portland-klinkerétől. Ezt a feltevést mai ismereteink alapján nem fogadjuk el. Azóta tudjuk már, hogy trikálcium-

szilikát 1150° alatt nem képződhetik és Eitel rámutatott arra, hogy a trikálciumaluminát már kis folyópátmennyiség esetén is mészbzen szegény aluminátra és szabad mészre esik szét; ennek mennyiségével nem tudunk számolni, s ebből következik, hogy a folyópáttartalmú klinker jelentős mennyiségű szabad meszet tartalmaz.

A cementgyárak levegőjének portalanítása

B. PETROV

A cementgyártás egyik lényeges kérdése, hogyan lehet megakadályozni, hogy a cementpor a levegőbe kerüljön. Ennek a rendkívül fontos kérdésnek helyes megoldása nemcsak a cementgyári dolgozók munkafeltételeit és egészségügyi viszonyait javíthatja meg, hanem a gyár jövedelmezőségét is nagy mértékben emelheti.

Előfordul, hogy a kéményeken és a szellőztetőkön keresztül óránként öt tonna por is a levegőbe kerül. Némely esetben megállapították, hogy ezen az úton a feldolgozott anyagnak 10%-a, sőt ennél is több veszendőbe megy. Ha pedig összszámoljuk azt a veszteséget, amelyet ennek folytán az egész ország termelése szenved, azt látjuk, hogy a porlás következtében jelentős mennyiségű nyersanyag, fűtőanyag és kész cement vész el. Csupán maga a cementveszteség a legszerényebb számítással is meghaladja egy közepes kapacitású gyár egész termelését. Ha a por alakjában elvesző cementet, nyersanyagot és tüzelőt sikerülne megmentenünk, hazánk népgazdaságának évente milliókat takaríthatnánk meg.

Igy a haladó technológia egyik alapvető követelménye, hogy a cementgyárak levegője tiszta és portalan legyen.

Egyes szakemberek azt állítják, hogy a porleválasztón keresztül veszendőbe menő anyag kérdése csupán másodrendű jelentőségű, előbbre való, hogy kifogástalan gyártási berendezésekről, kemencekről, malmokról, szárítódobokról stb. gondoskodjunk. Ez tévedés.

A porleválasztó és légszívó berendezések kifogástalan működésétől nemcsak a levegő tisztasága, hanem az egész üzem teljesítménye is nagymértékben függ. A malom például, ha a portalanítás nem működik tökéletesen, az aprószemű cement igen jelentékeny részét kiszórja a levegőbe: így sok anyag elvesztésén kívül a malom kevesebbet is teljesít. Ha ellenben a portalanítás kifogástalanul működik, a malom teljesítménye emelkedik, a veszteség pedig csökken.

Ha megakadályozzuk, hogy a cementpor a levegőbe kerüljön, a gyári berendezés tartósságát is növelhetjük. Ismeretes, hogy az erősen kopató hatású cementpor a gépeket tönkreteszi. Végül a cementgyárak pormentesítése a szénporrobbanás megelőzésénél is fontos szerepet tölt be.

A Szovjetunió Építőanyagipari Minisztériuma a cementgyártás pormentesítésére vonatkozólag már

1948-ban közzétette, hogy milyen intézkedéseket tart szükségesnek a pormentesítés és az üzemek levegőjének megtisztítása érdekében, néhány gyár részére pedig a levegő megtisztítása érdekében külön terveket is dolgozott ki.

Az új típusú szélmalomok, amelyek a szenet egyszerre őrlik és szárítják és a forgókemencékkel zárt ciklusban működnek, a cementgyártás egyik leglényegesebb porképző tényezőjét már magukbanvéve kiküszöbölik.

A mostanában épült cementgyárak már mind ilyen malmokkal dolgoznak. Ezt a berendezést kellene alkalmazni a másfajta malmokkal működő gyáraknál is, különösen akkor, ha a meglévő malmok elhasználtak, vagy nem korszerűek.

A por elleni harc érdekében ugyancsak fontos, hogy a cementnek a silóból kézierővel, vagy mechanikai úton történő kirakását megtiltsuk és a léglésvívásos csomagolóberendezések kizárólagos használatára térjünk át. Az is igen lényeges, hogy a cementet a malomból a silóba semmiesetre sem nyílt berendezésen, hanem kizárólag pneumatikus úton szállítsák.

A porleválasztóberendezések és burkolatok karbantartásáról és kifogástalan légmentes elzárásáról sem szabad megfeledkezni. Ezen a téren igen sok cementgyárban komoly kifogások merülnek fel; az ilyen gyárak közé tartozik az Arjanszkij, a voszkreszonszki, a Szpartak, stb.

A por elleni harc másik része az, hogy a levegőbe kiömlő gázokat nagyteljesítményű porleválasztó berendezések segítségével megtisztítsuk a portól.

Ilyen berendezések, amilyeneket ma sokfelé alkalmaznak: főképpen a szövetből készült tömlős szűrők, az elektromos szűrőkészülékek, a ciklonok (porleválasztók) és multiciklonok.

Tömlős szűrőket használnak főképpen a nyersanyaggal szennyezett levegő megtisztítására a száraz eljárásnál, a cementmalmoknál, valamint a csomagolóban. Ezeket a szűrőket az építőipari gépalkatrészeket gyártó trösztbe tartozó Kalininyar állítja elő.

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a szűrőberendezéseken még kell javítani, nagyobb teljesítőképességű rázóberendezéseket kell alkalmazni és a tömlős szűrőket úgy kell megszerkeszteni, hogy a forró levegőnek is ellenálljanak.

A cementgyártásnál alkalmazott elektromos szűrők két típusa kerül forgalomba, a C 13 és U 22

szűrő. A készülékek megfelelnek a modern követelményeknek, teljesítőképességük jó. A C 13-as szűrők két pólusúak, a gáz vízszintesen halad bennük. Ezekkel a szűrőkkel távolítják el a szén-szárítódobokból és a szénmalmokból kikerülő port.

Mindkét készüléktípus jól használható, ha a szűrt gázok hőfoka 200°-nál nem magasabb. Működésük természetesen csak helyes kezelés és jó hőszigetelés esetén kifogástalan. Ezt az utóbbi követelményt, bár igen fontos, ritkán tartják meg.

Ha az elektromos szűrők hőszigetelését elmulasztják — amint a Vorovszkij-gyárban is tapasztaltuk — a szűrők hideg időszakban egyáltalán nem működnek.

A multiciklonokat a cementiparban főképpen a szárítódobokból kikerülő gázok portalanítására használják. A gáztisztító berendezéseket gyártó tröszt új típusú multiciklonokat hoz most forgalomba.

Az Állami Cementipari Tervező Intézet 1950-ben a Vorovszkij-gyárban ilyen készülékkel kísérleteket végzett. Az eredmények igazolták, hogy a porleválasztók jól működnek és nagy teljesítményűek. Kár, hogy a multiciklonokból, amelyeknél a ciklonelem átmérője 150 mm, csak egy típust (BC 16) gyártanak és ennek teljesítőképessége mindössze 2350—3350 köbméter óránként. Ez a cementipar céljaira korántsem elég.

Gyakran hallunk panaszokat arról, hogy multiciklonok rosszul működnek. Ezek a panaszok alaptalanok. A rossz működés okát nem annyira szerkezeti hibákban, vagy a berendezés minőségében, mint inkább a helytelen szerelésben kell keresni. Így a Pikacsevskij gyárban elpárologtatóval felszerelt multiciklont használták a forgókemencéből kiáramló gázok tisztítására. A portalanító berendezés helytelen szerelése folytán túl nagy légsebesség keletkezett. A berendezést az alsó és a felső támasztórácsoknál rosszul szigetelték. A hibák miatt a porleválasztó nem működött.

Az építőipari gépalakatrészeket gyártó trösztöt fel kell kérni, hogy kezdje meg új típusú, 150 mm átmérőjű elemmel rendelkező multiciklonjainak nagy sorozatban való gyártását és úgy méretezze őket, hogy óránként 10 000—30 000 m³ gázt legyenek képesek portalanítani. A Szovjetunió Vegyipari Minisztériumának be kell vezetnie a NIIOGAZ típusú ciklonok gyártását, amelyből eddig mintadarabok készültek és olyan elektromos szűrőkészülékeket kell előállítania, amelyek a forgókemencéből kiáradó 400—500°-os gázokat is megfelelően szűrni képesek.

Jelenleg a porleválasztó berendezések a porképződés fő fészkeinél, az aknakemencéknél működnek a leggyengébben. Ezeknél rendszerint csak portalanítókamrákat találunk, amelyek a felszálló pornak legfeljebb 5—10%-át képesek eltávolítani.

Minthogy a cementgyártás közben igen nagy mennyiségű por kerül levegőbe (a feldolgozott nyersanyagoknak kb. 10—15%-a így vész el) és a kiáradó gázok is sok port — némelykor köbméterenként 50 g-ot is tartalmaznak, — a portalanítás kérdése igen lényeges. A nedves eljárásnál a nagy nedvesség és a 400 körüli hőfok, a száraz eljárásnál pedig a 600—800 körüli hőfok a gázok portalanítását igen megnehezíti. *Ezért a feladat megoldása komoly kutatómunkát igényel. A szállítóberendezések és törők porleválasztásának kérdését is tanulmányozni kell.*

A különleges kutatómunkák céljára az Állami Cementipari Tervező Intézet a poralakban előállított anyagokkal kapcsolatos kérdések tanulmányozására különleges légszívási, portalanítási és pneumatikus szállítási kutató laboratóriumokat állított fel.

Az is igen lényeges, hogy a levegő portalanításának kérdésével minden cementgyárban megfelelően képzett szakértők foglalkozzanak. Ezért az ipari főiskolákon külön tanszékeket kell szervezni, hogy a cementipar számára légszívási és légtisztítási szakértőket képezzenek ki.

A cementgyárak levegőjének portalanításáért folytatott harcot minden eszközzel fokozni kell.

Téglszárítás

I. G. KARTAVCEV Sztálin-díjas művezető módszere szerint

A téglagyárak teljesítményének fokozásánál elsősorban a szárítási kapacitás elégtelensége okoz nehézséget. A nyersgyártás növelése két vagy három műszak beállítása révén, úgyiszlván beruházás nélkül és gyorsan megvalósítható. Az éjszakai munkához csak világításról kell gondoskodni. Ugyancsak a gyorségetési módszerek bevezetése révén van már eszközünk a kemencekapacitás hathatós növelésére is beruházás nélkül. Csak a szárítóterület elégtelensége jelentett eddig nagy gondot a téglagyár teljesítőképességének megnövelésénél. Új téglagyárak létesítésénél, kézi-üzemi üzemek gépesítésénél elsősorban a négyzetméterenként nagy szárítóképességű Keller-rendszerű szárítók jönnek számításba téglák szabadban történő szárítására. Az épíkezéshez szükséges téglamennyiség több, mint amit az új téglagyárak létesítésével termelni tudunk. Feltétlenül szükséges a meglévő téglagyárak teljesítésének növelése is. A szárítóterület jobb kihasználását, a rendelkezésre álló szárítóterületen több téglá kiszáritásának lehetőségét, tehát végeredményben a téglagyárak teljesítőképessége fokozásának lehetőségét adja meg a *Kartavcev-féle* szárítási módszer.

A száradás előrehaladását befolyásolják a következő tényezők:

- a) a levegő hőfoka és páratartalma,
- b) az időegység alatt szárítandó, testtel érintkező levegő mennyisége,
- c) a szárítandó téglá levegővel érintkező felületének nagysága,
- d) a téglá felületének kiképzése.

Az a) és d) alatt felsorolt tényezők tőlünk függetlenek a természetes szárításnál, lényegében nem tudjuk őket befolyásolni. A levegő hőfoka és páratartalma az időjárástól függ csak és ugyan csak a gyártmány felülete szabványosított, tehát a szárítás technológiájától független. Ellenben igen nagy mértékben tudjuk befolyásolni a b) és c) pontokban felsorolt tényezők segítségével a szárítás előrehaladását a szárítás helyes technológiájának megválasztásával. Lényegében a Keller-rendszerű szárításnál is avval érünk el gyorsabb száradást, hogy a téglák nem egymáson való elhelyezésével a téglának a levegővel érintkező felületét megnöveljük. A száradás meggyorsul azáltal, ha magasabb szinten történik a szárítás, másrészt pedig azáltal, ha minél több oldalról éri a szárító levegő a szárítás céljából lerakott téglákat. A gyakorlatban tehát a magasabban elhelyezett téglasorok gyorsabban száradnak, mint az alacsonyabban elhelyezettek, annál is inkább, mert az alacsonyabban fekvő helyeken az egymás mellé elhelyezett sorok következtében zártabb helyen száradnak a téglák, a légmozgatás is kisebb. Ezt a tapasztalatot, hogy a magasabb helyen elhelyezett téglasorok gyorsabban száradnak ki, használja fel a *Kartavcev-féle* szárítási módszer. Az eddigi gyakorlat szerint a téglák

mindaddig maradtak a szárítóban, amíg az egész lerakott téglá mennyisége nem száradt meg és égetésre alkalmassá vált. A *Kartavcev-féle ciklusos szárítási módszer* szerint a téglákat kiszáradás után azonnal behordjuk a kemencébe égetés céljából, attól függetlenül, hogy az alsóbb téglasorok még nedvesek, tehát égetésre alkalmatlannak. Gyakorlatilag a ciklusos szárítási módszer a következőképpen valósítható meg:

A szabadszárítóban hat téglasor magasságban nyerstéglát rakunk le. A felső 2—3 sor jóval gyorsabban szárad meg. Ezeket a sorokat leveszük a téglafalak tetejéről és behordjuk a kemencébe. Ezáltal újabb szárítóterülethez jutunk és a maradék 3—4 sor bőrszáraz téglasor tetejére újból hat téglasort rakunk. Itt a helyzet megint az lesz, hogy a felső 2—3 sor gyorsan megszárad és az alatta lévő 4—5 sor is gyorsabban szárad, mint a földön elhelyezett téglák. A felső megszáradt sorokat tehát újból behordjuk a kemencébe és helyébe ismét nyerstéglát helyezünk el. Így körülbelül 10—12 sor magas téglafalat nyerünk, amelyek végeredményben megközelítőleg egyidőben fognak megszáradni, annak következtében, hogy időközben a megszáradt téglasorokat már behordjuk a kemencébe.

A szárítás folyamán háromfajta rakást végzünk. Az első fajta, amikor új falakat kezdünk megrakni (az első hat sor lerakása). A második, amikor a leszedett száraztéglá helyébe újból nyerstéglákat rakunk és a harmadik, amikor végső magasságig töltjük fel a téglafalakat. Ugyanez a három periódus egy fázissal megelőzve a nyers kihordást, megvan természetesen a behordásnál is. Hiszen éppen a szárazú behordásával csinálunk helyet a nyerstéglák számára. A rendelkezésre álló terület körülbelül egyharmadán folyik az első periódusban történő száradás, egyharmadán a második periódusban történő száradás és egyharmadán a harmadik szakaszban történő száradás. *A leglényegesebb ennek a ciklikus szárításnak a megszervezése*, úgy, hogy valóban minden, a szárítószínekben már megszáradt téglá azonnal kemencébe, illetve kazalozásra kerüljön. E három ciklusnak, a rendelkezésre álló szárítóhely és anyag mennyiségétől függően, meghatározott időszakonként kell egymást követnie.

A legtöbb téglagyárban a nyár közepétől a nyersgyártás termelése meghaladja a kemence teljesítményét. Ez így is van jól. Így biztosítjuk a szabadszárító üzemekben is az egész évi égetést. A nyersgyártás és az égetés teljesítménye közti különbséget kazalozni kell. A kazalozás eddigi módszere az volt, hogy vagy a szárítószínekben magasan, egészen a szárítószínek tetejéig raktuk össze a száraz téglákat vagy pedig szabadban készítettünk kazalokat. A szabadban készített kazalozás hátránya az elkerülhetetlenül igen magas selejtképződés. A szárítószínekben tör-

KIADJA AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI KÖNYV- ÉS LAPKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest, V., Kálmán-utca 16.

Megjelenik havonta. Egyévi előfizetés: 72.— Ft. Egyes példányok ára: 8.— Ft.