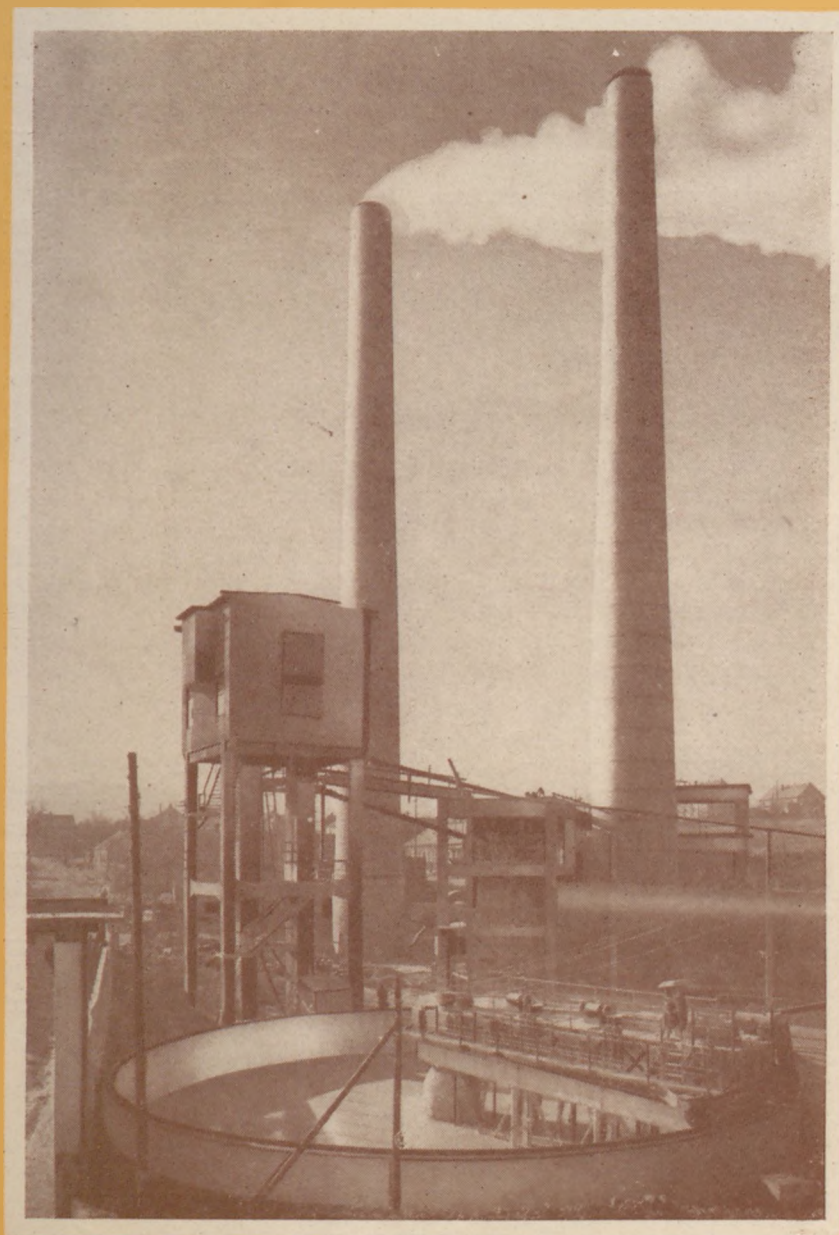


302935
✓

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

8. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre
Beke Béla
Erdély Imre
Grofcsik János
dr. Knapp Oszkár
dr. Lehmann Edit
Mayer Károly
Németh Béla
Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22.
II. lépcső I. emelet 4.
Telefon: 124-438

★

Felelős kiadó:

az É. M. Építőipari
Könyv- és Lapkiadóvállalat
igazgatója

★

Kiadóhivatal:

V., Kossuth Lajos-utca 17.
Telefon: 384-324

TARTALOM:

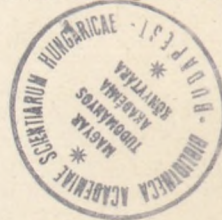
	Old.
<i>Papp Ferenc</i> : Kőzetelváltozások és átalakulások (2. közlemény) —	265
<i>Dr. Albert János</i> : Mészagyag- és agyagos mészhomoktéglaék. Színes mészhomok-burkolóelemek	273
<i>Klement Károly</i> : A mészégetés hőtechnikája (2. közlemény)	284
Megemlékezés dr. Schafarzik Ferenc 50 évvel ezelőtt megjelent kő- bányászati könyvéről	292
<i>Vasadi Ferenc</i> : Szénőrlő- és szárítóberendezések robbanásvédelme —	294

СОДЕРЖАНИЕ:

	сторона
<i>Панн Ференц</i> : Превращения и изменения пород (вторая публика- ция)	265
<i>Алберт Янош</i> : Известко-глинистый и глино-силикатный кирпич. Цветные силикатные облицовочные изделия	273
<i>Кlement Кароль</i> : Теплотехника обжига извести (вторая публика- ция)	284
Воспоминание о книге Шафарзика Ференца по добычу камня, вы- пущенной 50 лет тому назад	292
<i>Вашиди Ференц</i> : Обеспечение взрывобезопасности установок для из- мельчения и сушки угля	294

CONTENU:

	Nos. Pages
<i>Ferenc Papp</i> : Transformations et modifications de roches (2 ^e partie)	265
<i>Dr. János Albert</i> : Briques argilo-calcaires et silico-calcaires argileux	273
<i>Károly Klement</i> : La thermotechnique de la cuisson de chaux —	284
Commémoration de l'ouvrage de dr. Ferenc Schafarzik publié il y a 50 ans sur l'exploitation des carrières	292
<i>Ferenc Vasadi</i> : Protection contre l'explosion des installations de broyage et de séchage de charbon	294



ÉPÍTŐANYAG

6. ÉVFOLYAM 8. SZÁM

Kőzetelváltozások és átalakulások

A keletkezés és átalakulás összefüggései

„Schafarzik Ferenc emlékez tére“

PAPP FERENC

(II. közlemény)

Saussuritesedés. A gabbró hidrotermális, esetleg dinamometamorf elváltozása, amikor a plagioklászok epidottá, gránáttá, albittá, aktinolitá, stb. alakulnak. Saussuritesedés alkalmával a kőzet szilárdsága nem csökken, sőt ellenkezőleg ez a folyamat kedvező. Nálunk Szarvaskőn találni saussuritesedett gabbrót (A III 2 b α , A III 2 b β).

Szericitesedés. Az eruptív kőzetek földpátjai hidrotermális hatásra szericitesedhetnek. A szericit más kálium tartalmú ásványok mállásából is létrejöhet. Gyakori ásványa a szericit az epizonás átalakult kőzeteknek. A kőzet időállósága szempontjából ez a folyamat közömbös (A III 2 b β , A III 1 b β , A II 1 b α).

Szénülés. Növények oxigénmentes, vagy oxigénszegény környezetben való elbomlása folytán jönnek létre. A szénülés mértéke egyrészt függ az időtől, másrészt a terület tektonikai viszonyaitól. Általában minél idősebb, annál előrehaladottabb az elszénülés folyamata. A szénülés okát a kéregmozgások is befolyásolják. Minél előrehaladottabb a szénülés, annál kevésbé ismerni fel az eredeti növényi szerkezetet (B I 2 b β , C I 2 b β , C II 1 b β).

Szénhidrogén képződés. Apró állati és növényi szervezetek felhalmozódnak a tenger iszapjában. Az ilyen szerves anyagot bőven tartalmazó iszap szapropel, a belőle keletkező kőzet a szapropelit. A szapropel keletkezése oxigénmentes, illetve oxigénszegény, H₂S-sel (kénhidrogénnel) telített közegben zajlik le. A szapropel bonyolult, sok tekintetben még tisztázatlan kémiai folyamatok lejátszódása mellett alakul át éghető anyagokká. A fenti kémiai folyamatok következtében a szapropel szerves anyagából szénhidrogének (kőolaj és földgáz) képződnek (B I 2 b β , C I 2 b β , C II 1 b β , C II 2 b β).

Szerpentinisedés. Olivin-gazdag kőzetek nyomás, szivárgó-víz hatására szerpentinisedhetnek. A kőzet időállósága szempontjából kedvezőtlen ez a folyamat. A szerpentin lágy (2-es keménység) s így a szerpentinisedett kőzet technikai sajátosságai kedvezőtlenek. Nálunk Szarvaskő vidékén

fordul elő szerpentinisedett (26. ábra) gabbró és diabáz (A IV 2 b β).

Szferolit: savanyú kiömlési kőzetekben gyors kihülés alkalmával a földpát és a kvarc sugarasrostos gömbökben válik ki. A riolitok, trachitok jellemző szöveti bélyege a szferolitos szövet (A III 1 a α , A III 1 a β).



26. ábra. Szerpentinisedés. Az olivint szerpentinerek járják át. Wehrlit, Szarvaskő. (Kemenes O. felvétele)

Sziderit képződés. Mészkö, esetleg dolomit közvetve átalakulhat úgy, hogy vas szüremkedhetik be a kalcium-ionok helyébe és így sziderit keletkezik. Lehetséges azonban, hogy közvetlenül válik ki vaskarbonátos oldatból. A sziderit ellenállóbb, mint a mészkö. Nálunk Rudabánya környékén ismeretes (B III 2 b β , B III 2 b α).

Talkosodás. Magnéziumban gazdag kőzetek, így a magnezit nyomás hatására az igen lágy (1-es keménységű) talkká, másnéven zsírkővé alakul. Szlovákiában Jolsván találni a magnezittelephben talkosodott rétegeket (D IV 1 b α , D IV 1 b β , D IV 2 b α , D IV 2 b β).

Terra rossa képződés. Mészkö, illetve dolomit területeken sok esetben látni a felszínen és a kőzetek hasadécai között vörös agyagot, amit terra rossa néven is ismernek. A mészkö, illetve dolomit keletkezésekor finomszemű iszap-agyag is került a mészkö képződésének közegébe. Ezek között sok vastartalmú ásvány is volt, ezek a felszínen ferrihidroxiddá oxidálódnak és vörösre festik a

mész-kő oldódása nyomán visszamaradó agyagos mállási terméket, a terra rossát. A terra rossát egyesek a bauxitosodás kiindulási anyagának tartják. Nálunk az idősebb mész-kő és dolomit területeken sok helyen találunk terra rossát. Pl. a Budai hegyekben (Mátyáshegy, Szabadsághegy), a Pilis hegységben, Vértesben, Gerecsében, Bakony és nem utoljára a Bükk hegység—Aggtelek—Rudabányai hegységben (B II 1 b α).

Topázosodás. Pneumatolitos hatásra savanyú eruptív kőzetekben topáz jelenhetik meg. Tekintettel arra, hogy ugyanakkor a földpátok kaolinosodnak, annak ellenére, hogy a topáz nagy keménységű ásvány (8-as), mégis a kőzet technikai sajátságai a legtöbb esetben nem kedvezőek (A III 2 b α).

Tőzeg képződés. Lápnövényzet és egyéb növényi részek felhalmozódása és oxigénmentes térben való elbomlása révén tőzeg keletkezik. A tőzeget tekintik a szénülés kiindulási anyagának. A tőzegben szabad szemmel is felismerhetők a növényi részek. Nálunk a Hanságban, a Balaton környékén, a Velencei tó mellett, Székesfehérvár és Inota között, továbbá Dombóvár és Kalocsa környékén találni tőzegesedett területeket (B I 1 a β , B I 2 a β , B I 2 a α , B I 1 b β , C I 1 b β , C I 2 a α , C I 2 a β).

Tufa képződés. Vulkáni kitörések alkalmával nemcsak folyékony (láva) de gáznemű, sőt szilárd anyag is kerül a Föld felszínére. A vulkáni por vagy hidegen, vagy tüzes-forró állapotban szárazföldön vagy tengerben rakódhat le. Ha tengerbe vagy egyéb más közegbe hull, rétegzetté lesz. A tufa anyaga teljesen megegyezik a vulkáni kitörés láva anyagából keletkezett kőzet anyagával, esetleg 1—1 vegyület pl. a kóvasav, vagy az alumíniumoxid, kalciumoxid stb. kioldódik. A tufák fent vázolt egymástól igen eltérő képződési feltételeiből érthető (ugyanaz az anyag négy féle módon válhatik kőzetté), hogy egymástól igen különböző szövetszerkezetű, sőt összetételű kőzet keletkezhetik. A már kialakult kőzetet az oxigén és endogén erők tovább alakíthatják, változtathatják. A vulkáni tufák a nekik megfelelő kiömlési kőzeteknél kevésbé ellenálló. Nálunk igen elterjedt kőzet: az Alföld északi peremén emelkedő vulkán sor (Visegrádi-hegység, Börzsönyi-hegység, Cserhát, Mátra, Hegyalja) felépítésében leggyakoribb kőzet az andezittufa, de akad riolit-tufa, bazalttufa is. A II 2 a α , A II 2 a β , A II 1 a α .

Turmalinosodás. A magmából feltörő gázok és gőzök (bór, fluór) hatására (pneumatolitos) turmalin is keletkezik. Gyakran impregnációszerűen oszlik el a savanyú eruptív kőzetekben (27. ábra). A turmalinosodás a kőzetek időállósága szempontjából a legtöbb esetben kedvező. Nálunk a Velencei hegységben található, turmalinosodott gránit, aplit, kvarcit és kontaktpala kőzetekben (A III 2 b α , A III 2 b β).

Uralitosodás. A folyamat során a piroxének vízfelvétellel amfibollá alakulnak. Az augit helyén ilyenkor szálas, rostos kifejlődésű amfiból jelenik meg (A II 2 b α , A III 1 b α , A IV 2 b α , D III 2 b α).

Zeolitosodás. Földpát tartalmú eruptív kőzetek hidrotermális hatásra zeolitosodnak. A zeo-



27. ábra. *Turmalinosodás.* Bór tartalmú pneumatolitos hatására keletkezett. Biotitgránit. Gécsi-hegy, Velencei hegység. (Dr. Jantsky Bélától)

litok víztartalmú, nátrium-kalcium-, illetve kálium-alumínium szilikátok, vagy a kőzetek elválási lapjai között, illetve üregeiben szép fenőtt kristályokat képeznek, vagy a kőzetbe rejtve finoman eloszolva jelennek meg (28. ábra).



28. ábra. *Zeolitosodás.* Hidrotermális hatásra a földpátokból zeolitok jönnek létre. Chabazit biotitandezitban. Csódi hegy. (Kemenes O. felvétele)

A kőzetek időállósága szempontjából kedvezőtlenek. A zeolitos kőzet kevésbé szilárd. Nálunk a Visegrádi, Börzsönyi hegység andezitjai több helyen zeolitosodottak (A III 1 b α , A III 2 b α).

Zoizitosodás. Amfiboldás, bázikus kőzetek (gabbró, diorit) metamorfózisa folytán a plagiok-



29. ábra. *Zoizitosodás* — a földpátokból hidrotermális hatásra zoizit keletkezik. Kvardiorit Kladvicia, Románia. (Kemenes O. felvétele)

lászok alakulhatnak át zoizittá (29. ábra). A zoizitosodott kőzet rendszerint ellenállóbb, mint az eredeti kőzet (B III 1 b α , B III 2 b α).

Zöldkövesedés, más néven propilitisedés. Kiömlési kőzeteknek: dácitoknak, andezitoknak az

E x o g é n e r ő k		A) Eruptív kőzetek			
		I. Élőszervezetek hatása		II. Üledékes hatások	
		a) maradt		b) változott	
		α helyi	β regionális	α helyi	β regionális
	1. felszíni	élőszervezetek mállasztó hatása	élőszervezetek bontó hatása	élőszervezetek mállasztó hatása	élőszervezetek bontó hatása
	2. mélyreh.				kaolinosodás
	1. felszíni	tufaképződés homokképződés kavicsképződés murvásodás bőrösödés (felaprózódás) élőszervezetek bontó hatása	homokképződés kavicsképződés (felaprózódás) tufává alakulás	kalcitosodás s ericitesedés opálosodás piritesedés kukoricásodás epidotosodás agyagosodás	lateritesedés limonitosodás agyagosodás
	2. mélyreh.	tufaképződés	breccsásodás tufává alakulás	kalcitosodás kovásodás uralitosodás epidotosodás	
	1. felszíni	darára hullás murvásodás tufává alakulás (felaprózódás)	breccsás szerkezetté válás szferolitos szerkezetté alakulás	kovásodás biotitosodás kloritosodás uralitosodás epidotosodás aragonitosodás baritosodás zeolitosodás szkapolitosodás zöldkővesedés perlit képződés kaolinosodás magnezit képződés	kloritosodás zöldkővesedés perlit képződés kaolinosodás szericitesedés
	2. mélyreható	darára hullás murvásodás (felaprózódás)	rezorbcio	fluoritosodás topázosodás turmalinosodás greizenesedés saussuritesedés alunitosodás piritesedés baritosodás szkapolitosodás aragonitosodás zeolitosodás kaolinosodás magnezitesedés uralitosodás zöldkővesedés kloritosodás epidotosodás kovásodás ragyásodás	piritesedés greizenesedés saussuritesedés zöldkővesedés szericitesedés baritosodás kloritosodás kovásodás kaolinosodás turmalinosodás rezorbcio
	1. felszíni	kovásolás			
	2. mélyreható	gyúrt szerkezet képződése	gyúrt szerkezet képződése	albitosodás azbesztesedés biotitosodás gnájszosodás	gnájszosodás amfibolitosodás szerpentesedés klorit képződés porfiroiddá válás kloritpala képződés

E x o g é n e r ő k

E n d o g é n e r ő k

		B) Üledékes kőzetek			
		a) maradt		b) változott	
		α helyi	β regionális	α helyi	β regionális
I. Élőszervezetek hatása	1. felszíni	élőszervezetek mállasztó hatása	élőszervezetek bontó hatása tözegeződés	élőszervezetek mállasztó hatása foszfátosodás	foszfátosodás tözegeződés élőszervezetek bontó hatása
	2. mélyreható	tözegeződés	tözegeződés	foszfátosodás	szénhidrogénné alakulás szénülés foszfátosodás
II. Üledékes hatások	1. felszíni	kavicsképződés homokképződés porlódás murvásodás (felaprózódás) cseppkőképződés	kavics keletkezés homokká válás cseppkőképződés	agyagosodás terra rossa képződés kalcitosodás gipszesedés piritesedés aragonitosodás anhidritté válás limonitosodás alunitképződés	piritesedés bauxitosodás gipszesedés limonitosodás homokkővé válás anhidritté válás
	2. mélyreható			dolomitosodás kovásodás aragonitosodás anhidritté válás gipszesedés alunitképződés csapófldképződés	gipszesedés dolomitosodás kovásodás anhidritesedés piritesedés bauxitosodás csapófldképződés
III. Eruptív hatások	1. felszíni	kontakt átalakulás	kontakt átalakulás	gránátosodás skarnképződés zoizitosodás epidotosodás piritesedés opálosodás	
	2. mélyreható	kontakt átalakulás kvarcitpalásodás	kvarcitpalásodás márvánnyá kristályosodás	kontakt agyagpalásodás piritesedés skarn képződés zoizitosodás opálosodás epidotosodás ankeritesedés szideritesedés magnezitesedés	ankeritesedés szideritesedés magnezitesedés kontakt agyagpalásodás márvánnyá kristályosodás gránitosodás
IV. Átalakulások hatások	1. felszíni	gyúrt szerkezet képződése breccsás szerkezetté válás porlódás	gyúrt szerkezet képződése	piritesedés kontakt agyagpalává válás	ankeritesedés szideritesedés magnezitesedés gyúrt szerkezetté alakulás
	2. mélyreható	gyúrt szerkezet képződése breccsás szerkezetté válás kvarcit palásodás	agyagpalásodás márvánnyá kristályosodás gyúrt szerkezet képződése kvarcitpalásodás gránitosodás gnájszosodás	cordieritképződés gránátképződés skarnképződés gnájszosodás piritesedés	fillitképződés csillámpalaképződés kloritpalaképződés kontakt agyagosodás gnájszosodás gránitosodás

Exogén erők		C) Élőszervezetek közetei				
		a) maradt		b) változott		
		α helyi	β regionális	α helyi	β regionális	
Endogén erők	I. Élőszervezetek hatása	1. felszíni	csont-br ccsa élőszervezetek mállasztó hatása	tőzegesedés élőszervezetek bontó hatása	élőszervezetek mállasztó hatása liptobiolitósodás	tőzegesedés sapropelitesedés élőszervezetek bontó hatása
		2. mélyreható	tőzegesedés	tőzegesedés		szénülés szénhidrogénné alakulás sapropelitesedés
	II. Üledékes hatások	1. felszíni	kalцитosodás kavics keletkezése		kalcitosodás	szénülés piritesedés limonitosodás szénhidrogénné alakulás
		2. mélyreható				szénhidrogénné alakulás
	III. Eruptív hatások	1. felszíni			kokszosodás antracitosodás	
		2. mélyreható			kokszosodás antracitosodás grafitosodás	
	IV. Átalakulásos hatások	1. felszíni				
		2. mélyreható			grafitosodás antracitosodás	antracitosodás grafitosodás

Exogének

Endogének

		D) Átalakult kőzetek			
		a) maradt		b) változott	
		α helyi	β regionális	α helyi	β regionális
		élőszervezetek mállasztó hatása	élőszervezetek bontó hatása	élőszervezetek mállasztó hatása	élőszervezetek bontó hatása
I. Élőszervezetek hatása	1. felszíni				
	2. mélyreható				
	1. felszíni	murvásodás kavics keletkezése homokképződés (felaprózódás)	murvásodás homokképződés kovásodás	epidotosodás kalcitosodás piritesedés agyagosodás	agyagosodás limonitosodás
	2. mélyreható			piritesedés	
II. Üledékes hatások	1. felszíni	kovásodás kvareitpalává válás		kovásodás	
	2. mélyreható				
	1. felszíni	kovásodás kvareitpalaképződés		azbesztesedés uralitosodás	
	2. mélyreható				
III. Eruptív hatások	1. felszíni	gyűrű szerkezet képződése katakklázit képződése protoklázit képződése	katakklázit képződése protoklázit képződése gyűrű szerkezet képződése	azbesztesedés talkosodás milonitosodás albitosodás	milonitosodás talkosodás albitosodás
	2. mélyreható				
	1. felszíni	gyűrű szerkezet képződése palásodás	palásodás gyűrű szerkezet képződése gnájszképződés gránitosodás	biotitosodás milonitosodás cordieritképződés gránátképződés gnájszosodás azbesztesedés talkosodás albitosodás	gnájszosodás fillitképződés csillámpalaképződés milonitosodás kloritpalaképződés talkosodás gránitosodás csillámosodás
	2. mélyreható				
IV. Átalakulásos hatások	1. felszíni				
	2. mélyreható				
	1. felszíni				
	2. mélyreható				

az elváltozása, amikor a színes ásványos elegyrészek: biotit, amfiból, illetve piroxén kloritá, epidottá stb. alakul. A zöldkövesedés alkalmával a földpátok (plagioklászok) vagy épen maradnak, vagy azok is elbomlanak, kalcitosodnak. A propilitesedés a legtöbb helyen a kőzet időállósága szempontjából kedvezőtlen. Nálunk a Börzsönyi-hegységben (Kovácsptak melletti dácit), a Hegyalján (Telkibányán andezit) találni propilitesedett kőzeteket (A III 1 b β, A III 1 b α, A III 2 b α, A III 2 b β).

A fenti elgondolásokat az Építőanyagipari Tud. Egyesület Kőbányászati Szakosztály ülésén adtam elő. Már akkor értékes szempontok merültek fel a hozzájárulások révén. Azóta több közzétannal foglalkozó geológus kartársam ugyancsak hozzájárult a kérdések tisztázásához. Ki kell emelnem *Meisl István* fiatal kartársam rendkívül alapos közreműködését.

Mutató — index

Agyagosodás ...	A II 1 b α	A II 1 b β	B II 1 b α
	D II 1 b α	D II 1 b β	
Agyagpalásodás ..	B IV 2 a β		
Albitosodás	A IV 2 b α	D IV 1 b α	
	D IV 2 b α	D IV 1 b β	
Alunitosodás ...	A III 2 b α	B II 1 b α	B II 2 b α
Amfibolitosodás ..	A IV 2 b β		
Anhidrité válás ..	B II 1 b α	B II 1 b β	B II 2 b β
Ankeritesedés ...	B III 2 b β	B III 2 b α	B II 2 b α
Antracitosodás ..	C III 2 b α		
	C IV 2 b α	C IV 2 b β	
Aragonitosodás ..	A III 1 b α	A III 2 b α	B II 1 b α
	B II 2 b α		
Azbesztetesedés ...	A IV 2 b α	D III 2 b α	
	D IV 1 b α	D IV 2 b α	
Baritosodás	A III 1 b α	A III 2 b α	A III 2 b β
Bauxitosodás ...	B II 1 b β	B II 2 b β	
Biotitosodás	A IV 2 b α	D IV 2 b α	A III 1 b α
Bőrösödés	A II 1 a α		
Breccsás szerkezet kialakulása	B IV 1 a α	B IV 2 a α	A II 2 a β
	A III 1 a β		
Cordieritképződés	B IV 2 b α	D IV 2 b α	
Csapóföldképződés	B II 2 b α	B II 2 b β	
Cseppkőképződés	B II 1 a α	B II 1 a β	
Csillámosodás ...	D IV 2 b β		
Csillámpala-képződés	B IV 2 b β	D IV 2 b β	
Dararáhullás ...	A II 1 a α	B II 1 a α	D II 1 a α
	D II 1 a β	A III 1 a α	
Dolomitosodás ..	B II 2 b α	B II 2 b β	
Epidotosodás ...	A II 1 b α	D II 1 b α	A III 1 b α
	A III 2 b α	A II 2 b α	B III 2 b α
	B III 1 b α		
Élőszervezetek hatása	A II 1 a α	A II 1 a β	A II 1 b α
	A II 1 b β	B II 1 a α	B II 1 a β
	B II 1 b α	B II 1 b β	C II 1 a α
	C II 1 a β	C II 1 b α	C II 1 b β
	D II 1 a α	D II 1 a β	D II 1 b α
	D II 1 b β		
Fillitképződés ...	B IV 2 b β	D IV 2 b β	
Fluoritosodás ...	A III 2 b α		
Foszfátosodás ..	B II 1 b α	B II 1 b β	B II 2 b α
	B II 2 b β		
Fullerfölddé alakulás. Lásd: csapóföld képződés.			
Gipszképződés ..	B II 1 b α	B II 1 b β	B II 2 b α
	B II 2 b β		
Gnájszosodás ...	A IV 2 b α	A IV 2 b β	B IV 2 b α
	B IV 2 b β	B IV 2 a β	D IV 2 b α
	D IV 2 a β		
	D IV 2 b β		

Gránátképződés ..	B III 1 b α		
	B IV 2 b α	D IV 2 b α	
Gránitosodás ...	B III 2 b β	B IV 2 a β	B IV 2 b β
	D IV 2 a β	D IV 2 b β	
Grafitosodás	C III 2 b α	C IV 2 b α	C IV 2 b β
Greizenesedés ...	A III 2 b α	A III 2 b β	
Gyúrt szerkezetté való átalakulás	A IV 2 a α	B IV 2 a α	D IV 2 a α
	D IV 2 a β		A IV 2 a β
	B IV 1 a α	B IV 1 a β	B IV 2 a β
	D IV 1 a α	D IV 1 a β	B IV 1 b β
Homokképződés	A II 1 a α	A II 1 a β	B II 1 a β
	B II 1 a α	D II 1 a α	D II 1 a β
Homokkőképződés	B II 1 b β		
Kalcitosodás ...	A II 1 b α	B II 1 b α	C II 1 b α
	D II 1 b α	A II 2 b α	C II 1 a α
Kaolinosodás ...	A III 1 b α	A II 2 b β	A III 1 b β
			A III 2 b α
			A III 2 b β
Kataklázit keletkezés	D IV 1 a α	D IV 1 a β	
Kavicsképződés ..	A II 1 a α	B II 1 a α	C II 1 a α
	D II 1 a α	A II 1 a β	B II 1 a β
Kloritosodás	A III 1 b α	A III 1 b β	A III 2 b α
	A III 2 b β	A IV 2 b β	
Kloritpalaképződés	A IV 2 b β	B IV 2 b β	D IV 2 b β
Kokkolitosodás ..	l. kukoricásodás		
Kontakt-agyagpalásodás	B III 2 b α	B III 2 b β	B IV 1 b α
Kontakt-átalakulás	B III 1 a α	B III 2 a α	B III 1 a β
Kovárosodás	A III 1 b α	A III 2 b α	A III 2 b β
	D III 1 a α	D III 2 a α	A II 2 b α
	B II 2 b α	B II 2 b β	D III 1 b α
	A IV 1 a α	D II 1 a β	
Kukoricásodás ..	A II 1 b α		
Kvarcitpalásodás	D III 2 a α	B IV 2 a α	B IV 2 a β
	D III 1 a α	B III 2 a α	B III 2 a β
Limonitosodás ..	B II 1 b α	B II 1 b β	C II 1 b β
	D II 1 b β	A II 1 b β	
Lateritesedés ...	A II 1 b β		
Liptobiol-képződés	C II 1 b α		A III 1 b α
Magnezitesedés ..	B III 2 b α	B III 2 b β	A III 2 b α
Márványá kristályosodás	B III 2 a β	B IV 2 a β	B III 2 b β
Milonitosodás ...	D IV 1 b α	D IV 1 b β	D IV 2 b α
Murvává hullás ..	D II 1 a α	A II 1 a α	A III 2 a α
			B II 1 a α
	D II 1 a β		
Opálképződés ...	B III 1 b α	B III 2 b α	A II 1 b α
Olajjává válás	lásd szénhidrogénné válás		
Palásodás	D IV 2 a α	D IV 2 a β	
Perlitképződés ..	A III 1 b α	A III 1 b β	
Piritosodás	B II 1 b α	B II 1 b β	B II 2 b β
	B III 1 b α	B III 2 b α	B IV 1 b α
	B IV 2 b α	A III 2 b α	A II 1 b α
	C II 1 b β	D II 1 b α	D II 2 b α
Porlódás	B IV 1 a α	B II 1 a α	A III 2 b β
Porfiroid képződés	A IV 2 b β		
Protoklázit-képződés	D IV 1 a α	D IV 1 b β	
Ragyásodás	A III 2 b α		
Rezorbeió	A III 2 a β	A III 2 b β	
Sapropelit-képződés	C II 1 b β	C II 2 b β	

Skapolit-képződés	A III 1 b α	A III 2 b α		
Skarn-képződés	B IV 2 b α	B III 1 b α	B III 2 b α	
Saussuritesedés	A III 2 b α	A III 2 b β		
Szericitisedés ...	A III 2 b β	A III 1 b β	A II 1 b α	
Szénülés	B I 2 b β	C I 2 b β	C II 1 b β	
Szénhidrogén képződés	B I 2 b β	C I 2 b β	C II 1 b β	
	C II 2 b β			
Szerpentinisedés	A IV 2 b β			
Szferolit-képződés	A III 1 a α			
	A III 1 a β			
Szideritesedés ...	B III 2 b β	B IV 1 b β	B III 2 b α	
Talkosodás	D IV 1 b α	D IV 1 b β	D IV 2 b α	
	D IV 2 b β			
Terra rossa képződés	B II 1 b α			
Topázosodás	A III 2 b α			
Tőzegképződés	B I 1 a β	B I 2 a β	C I 1 a β	
	B I 2 a α	C I 2 a α	C I 2 a β	
		C I 1 b β	B I 1 b β	
Tufaképződés ...	A II 2 a α	A II 2 a β	A II 1 a α	
	A II 1 a β			
Turmalinná válás	A III 2 b α	A III 2 b β		
Uralitosodás ...	D III 2 b α	A II 2 b α	A III 1 b α	
	A III 2 b α			
Zeolitosodás ...	A III 1 b α	A III 2 b α		
Zoizitosodás ...	B III 1 b α	B III 2 b α		
Zöldkővesedés	A III 1 b β	A III 2 b β	A III 1 b α	
	A III 2 b α			

Fontosabb irodalom

- K. A. Adamcsik: Zs. prikl. Himii, 1952. 1. sz.
 F. Corin: Le metamorphisme, Paris, 1931.
 Ferbenc Ch. W.: Az átalakult kőzetek szerkezeti közzetana, Moszkva, 1946.
 Földvári A.: A molibdén Velencei hegységi előfordulásának teleptani viszonyai. Földt. Int. Évi Jel. 1947.
 U. Grubemann: Die Kristallinen Schiefer, Berlin, 1904.
 U. Grubemann—P. Niggli: Die Gesteinsmetamorphose, Berlin, 1924.
 A. Harker: Metamorphism. London, 1932.
 Jantsky B.: A Velencei-hegység aplitjai és kerámiai felhasználhatóságuk. Földt. Int. Évi Jel. 1949.
 H. Leitmeier: Einführung in die Gesteinskunde. Wien, 1950.
 Lengyel E.: Adatok az Apátkúti-völgy andezites kőzeteinek ismeretéhez. Acta Univ. Szeged, 1923.
 Papp F.: A Börzsönyi-hegység andezit és dácit kontaktusai. Föld. Közl. LXII., 1932.
 Schafarzik F.: A Cserhát piroxénandezitjai. Földt. Int. évk. Bp., 1892.
 Szádeczky Gy.: A szobi Csákhegy andezitjáról és kőzetzárványairól. Föld. Közl. XXV. 1895.
 Szádeczky E.: Szénközetan. Bp., 1952.
 Vadász E.: Bauxitföldtan. Bp., 1951.
 Vadász E.: Kőszénföldtan. Bp., 1952.
 Vendl A.: A Velencei-hegység geológiai és petrográfiai viszonyai. Földt. Int. Évk. 1914.
 Vendl A.: Geológia I. Bp., 1953 (második kiadás).
 Vendl A.—Takáts T.: A Csódihegy andezitjának mállásáról. Mat. Term. Tud. Ért. 50., 1933.

Mészagyag- és agyagos mészhomoktégglák Színes mészhomok-burkolóelemek*

DR. ALBERT JÁNOS

I. Történeti áttekintés

A mészhomoktégglagyártáshoz használt homokban levő agyagnak sokáig nem tulajdonítottak jelentőséget. Az agyagot a homok olyan kísérő alkatrészének tartották, amely a gyártás alapjául szolgáló hidrotermális reakcióban nem vesz részt. Régebbi megállapítások szerint kevés agyagnak a késztermék minőségére nincs befolyása, ha azonban mennyisége az 5%-ot meghaladja, a téglák mechanikai és légköri hatásokkal szembeni ellenállóképessége, általában összes anyagtulajdonságai nagy mértékben romlanak.

G. Beil és J. Kühler [1.] mutattak rá először arra, hogy a mészhomoktégglagyártáshoz használt homoknak kell bizonyos mennyiségű agyagot tartalmaznia, megállapításuk azonban csak kvalitatív jellegű volt és a gyakorlatban nem vették figyelembe.

Az agyagnak a téglá minőségére gyakorolt befolyását csak újabban tanulmányozták. P. P. Budnikov és K. F. Jakovlev vizsgálataiból tűnt ki, hogy az agyagot nem szabad az alapanyag inert vagy hatástalan és káros alkatrészének tekinteni, mert az mind a nyersanyag formázhatóságát, mind a késztermék szilárdságát döntő módon befolyásolja.

P. P. Budnikov [2.] különböző összetételű homokos agyagokkal végzett kísérleteket. Arra az eredményre jutott, hogy mészhomoktégglagyártásra nemcsak homok, hanem homokos agyag is használható. Azt is megállapította, hogy a homokos agyag alapú keverék formázása nemcsak a szokásos félszáraz, hanem nedves sajtólással is történhet. Kedvező összetételű homokos agyagokból megfelelő mészadagolás mellett nedves sajtólással 80—120 kg/cm² nyomószilárdságú téglák állíthatók elő.

P. P. Budnikov vizsgálatai azért is fontosak, mert rávilágítottak arra a kolloidkémiai reakcióra, mely az agyag és mészhidroxid között nedves közegben lejátszódik [3.].

A nedves agyagmassza, mint ismeretes, szuszpendált agyagrészecskékből áll, melyeket liofil kolloidréteg vesz körül. Az agyag igen sok tulajdonsága a rendszert felépítő komponensek diszperzitásfokától és a liofil védőkolloidréteg konzisztenciájától függ. Lúgok hatására az agyagrészecskéket körülvevő liofil kolloidréteg — mely azokat nehezen mozgó tömeggé tapasztja össze — diszpergálódik és egyre mozgékonyabbá válik. A massa ennek következtében képlékenyebb lesz, elfolyósodik, pepti-

* Építőanyagipari Központi Kutató Intézet közleménye.

zálódik. A peptizáció meghatározott, optimális lúgmennyiség mellett a legnagyobb. Ha ezen túlmenően a lúgmennyiségét fokozzuk, az agyag megkeményedik és képlékenysége nagy mértékben csökken. Lúgfelesleg hatására ugyanis a védőkolloid megromlik, valódi oldattá alakul át és az agyagrésezeskék koagulálódnak. A lúgok képlékenységnövelő, illetve peptizáló hatása különböző. A nátrium-, általában az alkálilhidroxidoké igen nagy, a kalcium- és alkáliföld-fémhidroxidoké kicsi, vagy ki sem mutatható.

A lúgok nemcsak az agyag képlékenységét, hanem a kiszárított agyagmassza vízbeni szétázathatóságát is befolyásolják. Az alkali- és alkáliföldfémhidroxidok között e tekintetben is lényeges különbség van. A nátriumhidroxid az agyagok vízbeni szétázását növeli, a mészhidroxid csökkenti és egy küszöbértéken túl az agyag vízben teljesen felázathatatlaná válik.

K. F. Jakovlev [4.] kísérleteihez homokos agyagot használt, melyhez különböző arányban homokot kevert. A 4—10% mésztartalmú alapanyagkeverékből a téglákat félszáraz sajtolással állította elő. Laboratóriumi és félüzemi kísérletei arra az eredményre vezettek, hogy azonos mészadagolás mellett az agyag és homok arányának céltudatos megválasztásával a téglák minősége javítható, nyomószilárdsága a tisztán homokból előállított téglakénál 20—35%-kal nagyobb, vagy ami ezzel egyértelmű, azonos szilárdság elérésére agyagadagolás esetében a mész mennyiségét lényegesen csökkenteni lehet.

A természetes előfordulású homokos agyag és mész keverékéből előállított építőelemeket mészagyagtéggláknak, a többé-kevésbé tiszta homok és mész keverékéből agyagadagolással előállított termékeket agyagos mészhomoktéggláknak nevezzük. A két termék alapanyagának szemcseösszetétele és képlékenysége különböző. A mészagyagtégglák nyersanyaga finomszemcséjű, 0,2 mm-nél nagyobb méretű alkatrészeket alig tartalmaz és képlékeny, az agyagos mészhomoktégglák anyagkeveréke (durvább), 0,2—0,5 mm méretű szemcséket is tartalmaz és képlékenysége elenyészően kicsi. Ezért a mészagyagtégglák nedves és félszáraz sajtolással egyaránt formázhatók, az agyagos mészhomoktégglák csak félszárazon sajtolhatók.

Tanulmányunk tárgya a homok-, mész- és agyag-komponensekből álló mészagyag- és agyagos mészhomoktégglák, továbbá színes burkolóelemek gyártástechnológiájának és anyagtulajdonságainak vizsgálata.

II. Mészagyagtégglák

Kísérleteinket rákosi, kecskeméti és debreceni agyagokkal végeztük.

A rákosi agyag három budapesti nagy gyárunk nyersanyaga, közönséges téglák, üreges építőelemek és keramit-tégglák gyártására használják. Pliocénkorú üledékes kőzet, igen sok finomeloszlású mész- és magnéziumkarbonát tartalmú, homokos agyagfajta. Egyes rétegei kemény mészkő- és márgaszennyződéseket, kvarckavicsot és kongériakagylós kőületeket tartalmaznak. Az agyag képlékeny alkatrésze illit [5.].

A mészagyagtégglák kísérletekhez használt anyagok vizsgálati adatai

1. táblázat

	Rákosi agyag	Kecskeméti agyag	Debreceni agyag
1. Kémiai összetétel:			
Izzítási veszteség-%	12,0	11,3	7,4
SiO ₂ %	47,1	59,4	67,9
Al ₂ O ₃ · TiO ₂ %	14,3	10,3	12,3
Fe ₂ O ₃ %	4,0	3,2	5,6
CaO %	15,9	13,6	3,7
MgO %	4,1	nyomok	nyomok
Alkálioxidok és maradék %	2,6	2,2	3,1
2. Szemcseösszetétel:			
> 0,200 mm %	3	2	3
0,200—0,040 mm %	19	29	27
0,040—0,025 mm %	17	23	20
0,025—0,010 mm %	30	27	21
< 0,010 mm %	31	19	29
3. Kationkicszerelőképesség mg ekv/100 g			
	19	14	15
4. Atterberg-féle képlékenységi szám			
	10,8	2,9	4,1
5. A nedvesen formázott agyag megmunkálási vízmennyisége %			
	26	22	23
száradási zsugorodása %	4,8	3,8	3,3

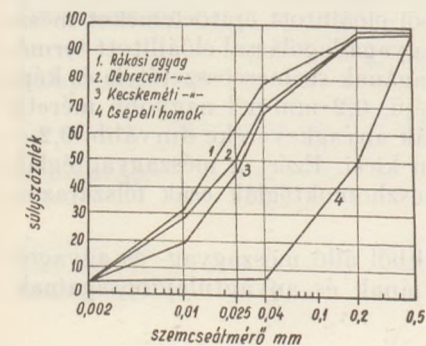
A kecskeméti agyag a Duna—Tisza közén előforduló és az alluviumban képződött homokos agyagok jellemző képviselője. Főtömegében mészkarbonáttartalmú, finomszemcséjű homokból áll. Agyagásványtartalma rendkívüli kicsi, legnagyobb részben illit. Ez a legsoványabb agyag, melyből hazánkban égetett agyagtéglát állítanak elő.

A debreceni agyag ugyancsak alluviális üledékes kőzet. Ez is igen kis képlékenyséjű agyag, csak tömör téglák előállítására alkalmas, de képlékenyebb a kecskemétinél. Ásványi összetételére jellemző, hogy mészkarbonátot csak igen kis mennyiségben tartalmaz.

A három agyag kémiai összetételét, szemcselemezési adatait, kationkicszerelőképességét az Atterberg-féle képlékenységi mérőszámokat, továbbá az agyagok nedves formázáshoz szükséges megmunkálási víz mennyiségét és a kiformázott testek száradási zsugorodását az 1. táblázat tartalmazza.

Az agyagok szemcseösszetételére jellemző szemcseeloszlási görbét a csepeli homokkal összehasonlítva az 1. ábra tünteti fel.

A háromféle agyagból különböző mézszadagolással nedvesen és félszárazon 150 kg/cm^2 nyomással hidraulikusan sajtoltva $10 \times 5 \times 2,5 \text{ cm}$ méretű próbatesteket készítettünk. A kétféle massa összetétele azonos volt, csak a megmunkáláshoz használt víz mennyiségében különbözött. A próbatesteket formázás után azonnal, mielőtt még víztartalmukból veszíthettek volna, gőzöltük. A $174,5^\circ\text{-on}$, 8 att. nyomáson történő gőzölés ideje nyolc óra volt.



1. ábra. Rákosi, kecskeméti, debreceni agyag és a csepeli homok szemcseeloszlási görbéi

Gőzölés után megmértük a próbatestek térfogatsúlyát, vízfelvevőképességét, pórustérfogatát és nyomószilárdságát. Meghatároztuk a vízzel telített próbatest száradási idejét 30°-os 70% telítettségű levegőben, továbbá azonos körülmények között egyenlő nedvességtartalmát. Egyes esetekben a próbatest fagyállóságát is megállapítottuk. A szilárdság meghatározása céljából két próbatestet — amennyiben szükséges volt, lecsiszolva — pontosan egymásra illesztettünk és úgy törtük el a $10 \times 5 \text{ cm}$ -es lapra merőlegesen ható nyomóerővel. A fagyállóság megállapítására a szabványos előírás szerint megfigyeltük, hogy a vízzel telített test számottevő lepattogzás, repedés és felhámítás nélkül hányszor tehető ki négy óráig tartó fagyhatásnak — 20°-os térben.

Összehasonlítás céljából fenti vizsgálatokat azonos méretű közönséges mészhomok- és égetett agyag próbatestekkel is elvégeztük. A vizsgálati eredményeket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázatból megállapíthatjuk, hogy a nedvesen sajtolt mézszagyagtéglák a közönséges mészhomoktéglától eltérő tulajdonságúak. Térfogatsúlyuk kisebb, vízfelvevőképességük és pórustérfogatuk lényegesen nagyobb. A vízzel telített próbatestek száradási ideje, különösen a kis mézszagtartalmúaké az égetett agyagtéglákéhoz közel áll. Fentiek következtében a téglák hőszigetelőképesége a közönséges mészhomoktéglákénál lényegesen jobb. Ezzel szemben szilárdságuk kicsi, 100 kg/cm^2 -t meghaladó szilárdság csak igen nagy mézszadagolás mellett érhető el.

Lényegesen nagyobb szilárdságúak a félszárazon sajtolt próbatestek. A normális mészhomok-tégla szilárdságát azonban csak a kecskeméti agyagból készült termék érte el. A próbatestek vízfelvevőképessége és pórustérfogata a közönséges mészhomoktéglákéhoz hasonló.

A próbatestek fagyhatásokkal szembeni ellenállóképesége mind a nedves, mind a félszáraz sajtolás esetében kicsi, a jóminőségű mészhomoktéglák fagyállóságát nem éri el.

A mézszagyagtéglák gyártástechnológiája a préselés módjától függően különböző.

A félszárazon sajtolt téglák technológiája a közönséges téglákéval megegyezik. A nedvesen sajtolt téglák előállítása a gyártási műveletek minden szakaszában lényegesen eltér a közönséges mészhomoktéglákétól.

A nyersanyag megmunkálása és formázása a téglagyagéhoz hasonló módon történik. Az agyag és finomraőrölt égetett vagy porráoltott mész keverékét kellő mennyiségű vízzel keverő- és gyűrőgépeken átdolgozzuk és a kapott képlékeny masszát nedves formázásra alkalmas csigaprésen sajtoljuk. Nedves sajtolással tömör és üregek építőelemek egyaránt előállíthatók.

Az agyaghoz kevert mész a tisztán nedvesítéssel képlékennyé tett agyag tulajdonságait megváltoztatja. A formázáshoz szükséges víz mennyisége nagyobb, az anyag kocsonyássá válik és kiformázás után bizonyos mértékig tixotrop módon megmerevedik. A megmerevedés annak a következménye, hogy a rendszer egyes részecskéit körülvevő és a képlékeny állapotra jellemző hidráburkok nyugalmi helyzetben egymásba kapcsolódnak. A tixotrop megmerevedés reverzibilis folyamat, gyúrás vagy más mechanikai behatásra a massa ismét megpuhul, mert az egymásba kapcsolódott hidráburkok ismét szétszakadnak [6.]. Tixotrop jelenségeket kísérleteink folyamán legerősebben a rákosi agyagnál, legkevésbé a kecskeméti agyagnál észleltünk.

A nedvesen sajtolt idomtestek formaállandósága és mechanikai ellenállóképesége kicsi. Ezért az edzőkocsin nem rakhatók egymásra. A kiformázott idomokat vaslemezből készült keretekre helyezve állványos kocsikra tolhatjuk csak az edzőkazanba.

Kísérleti próbatetek vizsgálati adatai

2. táblázat

A nyersanyag		A késztermék							
összetétele	megmunkálási vize %	térfogat súlya kg/dm ³	víz-felvétele súly-%	pórus-térfogata %	egyensúlyi nedvességtartalma		száradási ideje óra	nyomó-s ilárd-sága kg/cm ²	fagyállósága
					t = 30° φ = 0,7 súly-%	térf.-%			
Nedvesen sajtolt mészagyagtéglák									
94% R. agyag	32,7	1,45	31,0	44,9	1,9	2,8	79	65	0
6% CaO									
92% R. agyag	33,1	1,43	32,3	46,2	2,0	2,9	85	78	2
8% CaO									
94% K. agyag	22,9	1,62	22,4	36,3	1,7	2,8	72	86	4
6% CaO									
92% K. agyag	25,4	1,56	24,8	38,7	1,8	2,8	85	92	—
8% CaO									
94% D. agyag	25,0	1,50	24,4	36,6	1,7	2,6	68	74	4
6% CaO									
92% D. agyag	31,6	1,44	30,9	44,5	1,9	2,7	85	90	—
8% CaO									
90% D. agyag	32,9	1,38	32,3	44,6	2,0	2,8	88	115	5
10% CaO									
88% D. agyag	34,1	1,36	33,3	45,2	2,1	2,9	90	130	—
12% CaO									

Félszárazon sajtolt mészagyagtéglák, présnyomás 150 kg/cm²

94% R. agyag	8,5	1,63	22,0	35,8	1,5	2,4	95	80	4
6% CaO									
92% R. agyag	8,9	1,60	23,5	37,6	1,5	2,4	98	94	5
8% CaO									
88% R. agyag	9,2	1,57	23,9	37,5	1,6	2,6	101	115	9
12% CaO									
94% K. agyag	7,5	1,69	18,3	30,9	1,5	2,5	98	105	—
6% CaO									
92% K. agyag	7,6	1,70	18,5	31,4	1,5	2,5	96	140	—
8% CaO									
94% D. agyag	7,5	1,70	19,0	32,3	1,5	2,5	97	90	—
6% CaO									
92% D. agyag	7,5	1,70	18,7	31,8	1,5	2,5	100	122	—
8% CaO									
90% D. agyag	8,2	1,74	16,3	28,4	1,6	2,8	95	175	—
10% CaO									
88% D. agyag	8,8	1,75	17,0	29,8	1,6	2,8	102	180	—
12% CaO									

Közönséges mészhomoktéglák

94% Cs. homok	7,4	1,72	17,4	30,0	1,4	2,4	104	105	12
6% CaO									

Égetett agyagtégla

Kiscelli agyag	28,2	1,67	19,5	32,6	0,1	1,2	62	162	fagyálló
----------------	------	------	------	------	-----	-----	----	-----	----------

A nyersanyag összetétele rovatban alkalmazott rövidítés magyarázata: R. = rákosi agyag, K. = kecskeméti agyag, D. = debreceni agyag, Cs. = csepeli homok.

A kétféle eljárással sajtolt téglák edzési folyamata is eltér egymástól. A nedves sajtolással formázott idomtestek az edzés felhevítési szakaszában rendkívül érzékenyek, repedésre és szétmállásra hajlamosak. E káros jelenségek fellépésének megakadályozása céljából a felhevítés idejét meg kell hosszabítani. Laboratóriumi kísérleteinknél a félszárazon sajtolt próbatesteknél alkalmazott 1,5 órától 2,5—3,0 órára emeltük a felhevítés idejét.

A szétmállás jelenségének okát a következőképpen magyarázhatjuk. Az idomtestek felmelegedése a gőz lecsapódásánál felszabaduló hő hatására megy végbe. Nedves sajtolásnál a testek pórusai vízzel vannak telítve, ezért csak a külső felületükön van gőzlecsapódás. A test a felmelegedéséhez szükséges hőmennyiséget a felszínén át veszi fel és a hővezetés útján halad az anyag belsejébe. Gyors felhevítésnél a 20%-ot meghaladó nagy víztartalom következtében a test belsejében hirtelen erős párolgás indulhat meg és a gőz feszítőerejének hatására az anyag szöveti szerkezete meglazul, ami annak szétesését idézi elő. Félszárazon sajtolt testek esetében az anyag csak kevés vizet tartalmaz, pórusait legnagyobb részben levegő tölti ki. Ezért nemcsak a külső felületen, hanem a pórusokban is van gőzlecsapódás. Az anyag nemcsak a felszínen át melegszik, hanem egyidejűleg a pórusokban felszabaduló hőtől a belsejében is. A test még gyors felhevítésre sem érzékeny, mert a 7,5—9,2%-nál kisebb víztartalom következtében az erős párolgás veszélye nem állhat elő.

Lényeges különbség van az edzési folyamat hőenergiaszükségletében is. A nedvesen sajtolt téglák edzéséhez szükséges gőzmennyiség nagyobb, mint a félszárazon sajtolt téglák gőzmennyiség-szükséglete. Ez részben a téglák nagyobb víztartalmára, főképpen a kazán térfogatának rosszabb kihasználására vezethető vissza. A kétféle gyártástechnológiával készülő téglák gőzölési energiaszükségletét pontosan kiszámítottuk. Vizsgálataink a csepeli homokból félszáraz sajtolással formázott mészhomok-, és a rákosi agyagból nedvesen formázott mészagyagtégglákra vonatkoznak. Számításainkhoz a csepeli gyár edzőkazánjának adatait használtuk fel.

Technikai és mérési adatok :

Az edző kazán hossza	$l = 12,5 \text{ m}$	
Az edző kazán belső átmérője	$d_b = 2,0 \text{ m}$	
Az edző kazán külső átmérője	$d_k = 2,028 \text{ m}$	
Az edző kazán falvastagsága	$= 0,014 \text{ m}$	
A kazán gőzvezető csővének átmérője	$d_{csk}/d_{csk} = 0,052/0,060 \text{ m}$	
A kazán gőzvezető csővének hossza	$l' = 25,0 \text{ m}$	
A kazán termalitszigetelő rétegének vastagsága	$\delta_{sz} = 0,07 \text{ m}$	
A szigetelt kazán átmérője	$d_k' = 2,028 + 0,14 = 2,168 \text{ m}$	
A gőzvezető cső termalit szigetelőrétegének vastagsága	$\delta_{csk} = 0,05 \text{ m}$	
A szigetelt gőzvezető cső átmérője	$d_{csk}' = 0,160 \text{ m}$	
A termalit hővezetési tényezője 180°-on	$\lambda_{sz} = 0,12 \text{ kcal/m}^\circ$	
A vas hővezetési tényezője	$\lambda_v = 50,0 \text{ kcal/m}^\circ$	
A vízgőz hőátadási tényezője	$\alpha_1 = 10\,000 \text{ kcal/m}^2\text{ó}^\circ$	
A levegő hőátadási tényezője	$\alpha_2 = 20 \text{ kcal/m}^2\text{ó}^\circ$	
A kazán és szerelvényének súlya	9878 kg	
A kazán térfogata	39,25 m ³	
	Félszáraz	Nedves
	sajtolás esetében	
10 db. gőzölő koci súlya à 390 kg, illetve à 615 kg.	3900 kg	6150 kg
A téglarakomány száraz anyagának súlya kocsinként 850 db. à 3,4 kg, illetve kocsinként 450 db. à 2,9 kg.	28 900 kg	13 050 kg
A téglarakomány nedvességtartalma gőzölés előtt 7,5 %, illetve 32,7%	2168 kg	4267 kg
A téglarakomány által kitöltött tér a kazánban 0,00195 × × 8500, illetve 0,00195 × 4500	16,58, m ³	8,78 m ³
A kocsi és szerelvényekkel kitöltött tér	0,50 m ³	0,79 m ³
Kitöltetlenül maradt tér a kazánban	22,18 m ³	29,69 m ³
A kazánban lévő gőz hőmérséklete a gőzölés alatt		$t_1 = 174,5^\circ$
A környezet hőmérséklete		$t_2 = 20,0^\circ$
A kazán hőmérséklete a gőzölés előtt		50°
A kocsi és téglák hőmérséklete a gőzölés előtt		20°
A gőz hőtartalma 174,5°-on, 8 att. nyomáson		663,4 kcal/kg
A víz hőtartalma 174,5°-on		176,6 kcal/kg
A kazán és a téglák felmelegítésére felhasználható hő 174,5°-on, 663,4—176,6		486,8 kcal/kg
1 m ³ gőz súlya 100°-on		0,58 kg
1 m ³ gőz súlya 174,5°-on		4,556 kg
A vas fajhője		0,115 kcal
A mészhomoktégla fajhője		0,22 kcal

Félszárazon sajtolt téglák edzési hőenergiszükséglete :

1. A téglák száraz anyagának felhevítésére 20°-ról 174,5°-ra 0,22 · (174,5 — 20) · 28 900 . 982 390 kcal
2. A téglák víztartalmának felhevítésére 20°-ról 174,5°-ra 1 · (174,5 — 20) · 2168 334 960 „
3. A kazán és szerelvényének felhevítésére 50°-ról 174,5°-ra 0,115 · (174,5 — 50) · 9878 .. 141 430 „
4. A kocsik felhevítésére 20°-ról 174,5°-ra 0,115 · (174,5 — 20) · 3900 69 290 „
5. A kazán hővesztése $Q_v = Q_1 + Q_2 + Q_3$, ahol Q_1 a kazán hengeres falán átbocsátott hőt, Q_2 és Q_3 a hengeres rész határoló szigetelt és nem szigetelt sík falon átbocsátott hőt jelenti. A hővesztés óránként

$$Q_1/\acute{o} = l \frac{\pi (t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_1 d_b} + \frac{1}{2 \lambda_v \ln \frac{d_k}{d_b}} + \frac{1}{2 \lambda_{sz} \ln \frac{d_k'}{d_k}} + \frac{1}{\alpha_2 d_k'}} =$$

$$= 12,5 \frac{3,14 (174,5 - 20)}{\frac{1}{10\,000 \cdot 2,0} + \frac{1}{2 \cdot 50 \ln \frac{2,028}{2,0}} + \frac{1}{2 \cdot 0,12 \ln \frac{2,168}{2,028}} + \frac{1}{20 \cdot 2,168}} = 20\,120 \text{ „}$$

$$Q_2/\acute{o} = \frac{d_k^2}{4} \pi \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda_v} + \frac{\delta_{sz}}{\lambda_{sz}} + \frac{1}{\alpha_2}} = 3,23 \frac{154,5}{\frac{1}{10\,000} + \frac{0,014}{50} + \frac{0,07}{0,12} + \frac{1}{20}} = 790 \text{ „}$$

$$Q_3/\acute{o} = \frac{d_k^2}{4} \pi \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda_v} + \frac{1}{\alpha_2}} = 3,23 \frac{154,5}{\frac{1}{10\,000} + \frac{0,014}{50} + \frac{1}{20}} = 9\,910 \text{ „}$$

$$Q_v/\acute{o} = Q_1/\acute{o} + Q_2/\acute{o} + Q_3/\acute{o} \dots\dots\dots 30\,820 \text{ „}$$

A 9,5 óráig tartó gőzölésre eső hővesztés $\dots\dots\dots 292\,710 \text{ „}$

6. A gőzvezeték hővesztése óránként

$$Q'/\acute{o} = l' \frac{\pi (t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_1 d_{csb}} + \frac{1}{2 \lambda_{rs} \ln \frac{d_{csk}}{d_{csb}}} + \frac{1}{2 \lambda_{sz} \ln \frac{d_{csk}'}{d_{csk}}} + \frac{1}{\alpha_2 d_{csk}'}} =$$

$$= 25,0 \frac{3,14 (174,5 - 20)}{\frac{1}{10\,000 \cdot 0,052} + \frac{1}{2 \cdot 50 \ln \frac{0,060}{0,052}} + \frac{1}{2 \cdot 0,12 \ln \frac{0,160}{0,060}} + \frac{1}{20 \cdot 0,160}} = 2\,760 \text{ „}$$

9,5 órára eső hővesztés $2760 \cdot 9,5 \dots\dots\dots 26\,170 \text{ „}$

7. A kazán szabad terét kitöltő gőz hőtartalma $22,18 \cdot 4,56 \cdot 663,4 \dots\dots\dots 67\,100 \text{ „}$

8. Az edzésnél lecsapódó víz (kondenzátum) hőtartalma

$$\frac{(982,4 + 335,0 + 141,4 + 69,3 + 292,7 + 26,2) 10^3}{486,8} 176,6 = 670\,030 \text{ „}$$

A 8500 db. téglá edzésére szükséges összes hőmennyiség $\dots\dots\dots 2\,584\,080 \text{ „}$

$$1000 \text{ db. téglá edzésére szükséges összes hőmennyiség } \frac{2\,584\,080}{8,5} = 304\,010 \text{ „}$$

60%-os kazán-hatásfok mellett 1000 téglára eső hőmennyiség $\dots\dots\dots 506\,680 \text{ „}$

Nedvesen sajtolt téglák edzési hőenergiszükséglete :

1. A téglák száraz anyagának felhevítésére 20°-ról 174,5°-ra 0,22 · (174,5 — 20) · 13 050 . 443 570 „
2. A téglák víztartalmának felhevítésére 20°-ról 174,5°-ra 1 · (174,5 — 20) · 4267 659 250 „
3. A kazán és szerelvényének felhevítésére 50°-ról 174,5°-ra 0,115 · (174,5 — 50) · 9878 .. 141 430 „
4. A kocsik állványzatának, továbbá az alátétlemezek felhevítésére 20°-ról 174,5°-ra 0,115 · (174,5 — 20) · 6150 109 270 „
5. A kazán hővesztése a 9,5 órai edzés alatt $\dots\dots\dots 292\,710 \text{ „}$
6. A gőzvezeték hővesztése a 9,5 órai edzés alatt $\dots\dots\dots 26\,170 \text{ „}$
7. A kazán szabad terét kitöltő gőz hőtartalma $29,69 \cdot 4,56 \cdot 663,4 \dots\dots\dots 89\,820 \text{ „}$
8. Az edzésnél képződő kondenzátum hőtartalma

$$\frac{(443,6 + 659,3 + 141,4 + 109,3 + 292,7 + 26,2) 10^3}{486,8} 176,6 = 606\,710 \text{ „}$$

A 4500 db. téglá edzésére szükséges összes hőmennyiség $\dots\dots\dots 2\,368\,930 \text{ „}$

$$1000 \text{ db. téglá edzésére szükséges összes hőmennyiség } \frac{2\,368\,930}{4,5} = 526\,430 \text{ „}$$

60%-os kazán-hatásfok mellett 1000 téglára eső hőmennyiség $\dots\dots\dots 877\,380 \text{ „}$

Fentiekből kitűnik, hogy 8500 db. félszárazon sajtolt téglá edzéséhez nem sokkal több hőenergia szükséges, mint 4500 db. nedvesen sajtolt mészagyagtéglaéhoz. Az 1000 db. téglára eső edzési hőenergia-szükséglet száraz eljárásnál 506 700 kcal, nedves eljárásnál 877 400 kcal, vagyis az energiaszükséglet 73%-kal nagyobb.

A hazai nyersanyagokból előállítható mészagyagtéglák anyagtulajdonságaira és gyártástechnológiájára vonatkozó megállapításainkat a következőkben összegezzük.

1. Nedvesen sajtolt mészagyagtéglák gyártására idényjellegű téglagyáraink agyagmégmunkáló és sajtolóberendezését télen is hasznosíthatnánk és ugyanakkor az égetett agyagtéglákkal azonos hőszigetelőképeségű tömör és üreges építőelemeket gyárthatnánk. Azonkívül mészagyag tetőcserepek előállítása is figyelembe jöhetne. A nedves sajtolási eljárás bevezetése mégsem indokolt, mert a termékek nyomószilárdsága kicsi, és nagy edzési hőenergiaigénye miatt előállításuk nem gazdaságos.

2. Nem indokolt a félszárazon sajtolt mészagyagtéglák gyártása sem, mert a rendelkezésre álló hazai homokos agyagokból előállított termékek anyagtulajdonságai a közönséges mészhomoktéglaénál rosszabbak, csak ritkán közelítik meg azokat, de el nem érik.

III. Agyagos mészhomoktégla

Az agyagnak a mészhomoktégla minőségére gyakorolt hatását jobban és rendszeresebben tanulmányozhatjuk, ha a három komponensből álló nyersanyagkeveréket nem természetes előfordulású homokos agyag és mész, hanem tiszta homok, képlékeny agyag és mész keverékéből állítjuk elő. Ez esetben az agyag minőségének és mennyiségének befolyása egyaránt megállapítható.

Kísérleteink alapanyagául csepeli homokot és 92—95% CaO-tartalmú, 0,2 mm szemcsefinom-ságú égetett meszet használtunk. Agyagkomponensnek két jóminőségű téglá- és cserépagyagunkat választottuk. Az Újlaki Téglagyár oligocén-korú kiscelli márgás kék agyagát és a Mályi Téglagyár pliocén-korú mészségény, nagy képlékenységgel sárgásbarna agyagát. Ásványi felépítésében és anyagtulajdonságaiban a két agyagfajta nagy mértékben különbözik egymástól. A kiscelli agyag képlékeny alkatrésze röntgenográfiai és differenciális hőelemzési vizsgálatok szerint illit, nem képlékeny alkatrészei kvarc és dolomitos mészkarbonát, továbbá mállás útján keletkezett vas-, alkáliföldfém- és alkáli-oxid-tartalmú szilikátok. A mályi agyagban a képlékeny alkatrészek között nagymennyiségű illit mellett montmorillonit is kimutatható, nem képlékeny alkatrészei főképpen kvarc és alkáliföldfém-, alkáli-oxid-tartalmú szilikátokból állnak, mész- vagy magnéziumkarbonátot az agyag csak elenyészően kis mennyiségben tartalmaz, ezt sem finomeloszlású formában, hanem durva szennyeződések alakjában.

Az agyagos mészhomoktégla-kísérletekhez használt agyagok vizsgálati adatai 3. táblázat

	Kiscelli agyag			Mályi agyag		
	Eredeti szemcse-összetétel	Durva	Finom	Eredeti szemcse-összetétel	Durva	Finom
		frakció			frakció	
	> 0,025 mm	< 0,025 mm		> 0,025 mm	< 0,025 mm	
1. Kémiai összetétel:						
Izzítási veszteség %	12,8	10,1	13,8	6,1	5,5	6,2
SiO ₂ %	50,6	61,0	46,5	62,1	66,8	60,3
Al ₂ O ₃ · TiO ₂ %	16,2	13,2	17,4	19,0	17,9	19,4
Fe ₂ O ₃ %	5,2	4,5	5,5	6,8	6,0	7,0
CaO %	9,7	8,0	10,4	2,5	1,5	2,7
MgO %	2,9	1,9	3,3	0,2	0,1	0,2
Alkálioxidok és maradék %	2,6	1,3	3,1	3,3	2,7	4,2
2. Szemcseösszetétel:						
> 0,200 mm %	1			1		
0,200—0,040 mm %	19			8		
0,040—0,025 mm %	8			10		
0,025—0,010 mm %	18			21		
< 0,010 mm %	54			60		
3. Kationkicserélőképesség						
mg ekv/100 g	22			35		
4. Atterberg-féle képlékenységi						
szám	17			19		

A két agyag oxidos elemzésének, szemcseösszetételének, kationkicserélőképességének és képlékenységi számának adatait a 3. táblázat foglalja össze. A táblázat az agyagok 0,025 mm-nél nagyobb és 0,025 mm-nél kisebb szemcseméretű frakciónak elemzési adatait is feltünteti.

A különböző összetételű, 6,5—9,0% nedvességtartalmú masszakeverékekből 150 kg/cm² nyomással hidraulikus présen 10×5×2,5 cm méretű próbatesteket formáztunk és azokat 174,5°-os gőztérben nyolc att. nyomáson edzettük. A nyersanyagkeverék összetételét és a próbatestek anyagtulajdonosságainak vizsgálati eredményeit a 4. táblázat tartalmazza. A vizsgálatokat a mészagyagtégla kísérleteknél megadott módon végeztük.

Agyagos mészhomoktégla próbatestek vizsgálati adatai

4. táblázat

A nyersanyag összetétele			A k é s z t e r m é k							
homok %	agyag %	CaO %	térfogat súlya kg/dm ³	vízfel- vétele súly-%	pórus- térfogata %	egyensúlyi nedvességtartalma <i>t</i> = 30° φ = 0,7		száradási ideje óra	nyomó- szilárd- sága kg/cm ²	fagyálló- sága
						súly-%	térf.-%			
Agyagminőség : Kiscelli kék agyag										
92	5	3	1,68	18,6	31,2	—	—	—	47	—
91	5	4	1,70	17,9	30,4	—	—	—	78	—
90	5	5	1,72	17,9	30,8	—	—	—	120	12
89	5	6	1,75	17,0	29,7	1,5	2,6	86	145	15
87	10	3	1,80	13,4	29,5	—	—	—	58	—
86	10	4	1,82	16,0	29,1	—	—	—	85	—
85	10	5	1,82	16,0	29,1	—	—	—	127	16
84	10	6	1,80	16,3	29,3	1,6	2,9	92	165	18
79	15	6	1,82	15,2	27,6	—	—	—	155	22
69	25	6	1,87	14,8	27,7	1,7	3,2	96	142	—
59	35	6	1,87	14,7	27,5	1,9	3,6	96	125	10
85	5	10	1,78	16,4	29,2	—	—	—	195	fagyálló
80	10	10	1,82	15,2	27,7	1,7	3,1	102	190	fagyálló
75	15	10	1,92	14,6	28,0	—	—	—	174	—
70	25	10	1,92	14,1	27,0	—	—	—	160	—
65	35	10	1,96	14,2	27,8	—	—	—	150	—

Agyagminőség : Mályi sárgásbarna agyag

92	5	3	1,70	18,1	30,8	—	—	—	59	—
91	5	4	1,70	17,4	29,6	—	—	—	82	—
90	5	5	1,70	17,2	29,2	—	—	—	129	13
89	5	6	1,76	17,0	29,9	1,5	2,6	82	140	15
87	10	3	1,82	16,8	30,6	—	—	—	59	—
86	10	4	1,84	16,2	29,8	—	—	—	92	—
85	10	5	1,84	16,3	30,0	—	—	—	125	14
84	10	6	1,84	16,0	29,4	1,5	2,8	90	157	18
82	15	3	1,83	16,3	29,8	—	—	—	65	—
81	15	4	1,85	16,2	30,0	—	—	—	85	—
80	15	5	1,85	15,7	29,0	—	—	—	146	14
79	15	6	1,88	15,9	29,9	1,6	3,0	96	176	fagyálló
69	25	6	1,86	14,8	27,5	—	—	—	158	fagyálló
59	35	6	1,90	14,6	27,7	—	—	—	135	—
85	5	10	1,80	14,9	26,8	—	—	—	195	fagyálló
80	10	10	1,80	14,9	26,8	—	—	—	184	fagyálló
75	15	10	1,84	14,6	26,8	1,7	3,1	104	210	—
65	25	10	1,90	14,0	26,6	—	—	—	172	—
55	35	10	1,96	13,8	27,0	—	—	—	154	—

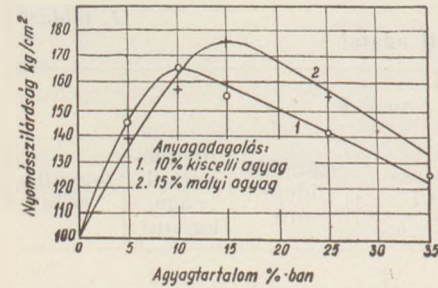
A fentiekben közölt vizsgálati adatok alapján megállapításainkat a következőkben foglalhatjuk össze :

Azonos mészadagolás mellett mindkét agyaggal nagy mértékben növelhető a mészhomoktéglák nyomószilárdsága. A legkedvezőbb szilárdságot kiscelli agyag alkalmazása esetén 10%-os, mályi agyag-

nál 15% agyagadagolással érjük el. Mint a táblázathól és a 2. ábra grafikonjainból látható, az elérhető maximális szilárdság a két agyagnál különböző, a mályi agyag szilárdságnövelő hatása nagyobb, mint a kiscelli agyagé.

A legkedvezőbb szilárdságnak megfelelő agyagadagolás mellett a próbatestek faggyal szembeni ellenállóképessége jobb, mint a közönséges mészhomoktégglaké.

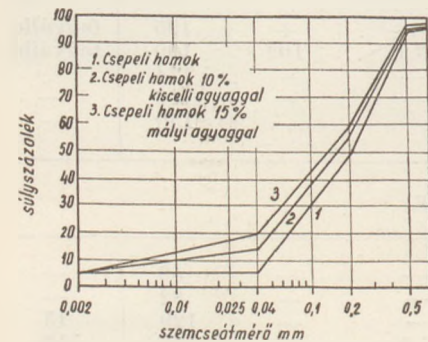
Az agyag a mészhomoktégla egyéb anyagtulajdonságaiban is változást idéz elő. Az agyagtartalom emelésével a próbatest térfogatsúlya fokozatosan nő, vízfellevőképessége és pórustérfogata csökken, és ezzel összefüggésben ugyancsak csökken a vízzel telített próbatestek száradási ideje, ugyanakkor emelkedik az agyag egyensúlyi nedvességtartalma. A száradási idő emelkedése a beépített téglák gyorsabb kiszáradása szempontjából előnyös, a térfogatsúly és egyensúlyi nedvességnövekedés azonban a hővezetési tényező növekedését és egyben a hőszigetelőképeség csökkenését vonja maga után. Agyagos mészhomoktégglák hővezetési tényezőire vonatkozó mérési adataink nincsenek, ilyen irányú mérésekkel vizsgálataink még kiegészítésre szorulnak.



2. ábra. Csepeli homokból 6% mésszel készített próbatestek szilárdsága különböző agyagadagolás mellett

lévő alkatrészek fajlagos felülete. Minthogy a fajlagos felület a szemcseméret csökkenésével rohamosan nő, a kötőanyag mennyiségét nagy mértékben megnövelhetjük, ha a nyersanyagkeverékben a finomszemcsésű alkatrészek mennyiségét fokozzuk.

Az üreges és tömör nagyszilárdságú mészhomoktégglákról szóló tanulmányunkban (7.) részletesen foglalkoztunk a 0,06 mm-nél finomabb szemcsésű örölt kvarcliszt szilárdságnövelő hatásával, és kísérleteink során megállapítottuk, hogy 5% homokliszt adagolása mellett a 6% mésztartalmú téglák szilárdsága 100 kg/cm²-ről 130 kg/cm²-re, a 12% mésztartalmúaké 130 kg/cm²-ről 180 kg/cm²-re emelhető. Minthogy a kísérleteinkhez használt agyagok túlnyomórészt 0,06 mm-nél finomabb szemcsésűek, a szemcsék 72, illetve 81%-a 0,025 mm-nél kisebb méretű, a szilárdságnövelő hatást elsősorban a finom szemcse szerkezetnek kell tulajdonítanunk.



3. ábra. A csepeli homok szemcseeloszlási görbéi kiscelli és mályi agyaggal keverve

zat adatai szerint az agyagok durva frakcióiban a kovasav mennyisége az alumínium-, alkáliföldfém-, és alkálioxidok mennyiségének rovására feldúsul, a finom frakcióban viszont az alumínium-, alkáliföldfém- és alkálioxidok mennyisége emelkedik a kovasav rovására. A durva frakcióban nyilván több a kvarc és kevesebb az agyagásványok és alkálioxid-tartalmú szilikátok mennyisége, mint a finom frakcióban.

Az agyag finomabb szemcséket tartalmazó frakcióival készített próbatestek szilárdsága nagyobb volt, mint a durva szemcsésű frakcióval készülté. Ebből arra következtethetünk, hogy a kötőanyag képződésében a kvarcon kívül az agyag egyéb alkatrészei is részt vesznek.

További kísérleteinknél agyagos komponensként zettlitz kaolint alkalmaztunk. A zettlitz kaolin majdnem kizárólag 0,01 mm-nél finomabb szemcsésű agyagásványokból áll. Mindössze 2–4% kvarcot tartalmaz s az agyagásványok 90%-a kaolinit, 10%-a illit. Azt tapasztaltuk, hogy a próbatestek szilárdságában kaolin hatására lényeges változás nem állott elő. Ebből az következik, hogy az agyagásványoknak szilárdságnövelő hatása gyakorlatilag nincs, szerepük a nyers idomtestek formaállandóságának és szilárdságának javítására korlátozódik.

Végül próbatesteket készítettünk 0,5 mm-nél finomabb szemcsésű applitörleményből, melynek 15%-a 0,025 mm-nél kisebb méretű alkatrészeket tartalmazott. A kísérleteinkhez felhasznált székesfehérvári applit 55–60% kvarcból és 40–45% káliumnátriumföldpáthból, tehát alkáli-alumíniumszilikátból álló teléres kőzet. Az applitban lévő földpát az agyagok mállás útján keletkezett alkálioxid-

tartalmú szilikátalkatrészeihez hasonló anyag. A próbatetek szilárdsága lényegesen nagyobb volt, mint a tisztán homokból előállított próbateteké. Ez az eredmény azt mutatja, hogy a kvarc mellett a szilárdságot előidéző hidrotermális reakcióban az alkáloxid-tartalmú szilikátoknak is jelentősége van.

A kísérleti adatokat az 5. táblázatban foglaltuk össze.

5. táblázat

Az agyagalkatrészeknek a szilárdságra gyakorolt hatására vonatkozó kísérleti adatok

A próbatetek formázásánál alkalmazott nyomás 150 kg/cm².
Edzési hőmérséklet és gőznyomás 174,5°, 8 att.
Edzési idő 8 óra.

Nyersanyagösszetétel	A k é s z t e r m é k			
	térfogat-súly kg/dm ³	vízfelvétele súly %	pórus-térfogata %	nyomó-szilárdsága kg/cm ²
94% Cs. homok, 6% CaO	1,72	17,4	30,0	105
84% Cs. homok, 10% Kc. agyag, finom frakció 6% CaO .	1,84	15,3	28,2	175
84% Cs. homok, 10% Kc. agyag, durva frakció 6% CaO .	1,76	16,7	29,4	143
78% Cs. homok, 15% M. agyag, finom frakció 6% CaO..	1,92	15,0	28,8	180
78% Cs. homok, 15% M. agyag, durva frakció 6% CaO..	1,81	16,3	29,5	145
89% Cs. homok, 5% Z. kaolin, 6% CaO	1,74	17,2	30,0	108
79% Cs. homok, 15% Z. kaolin, 6% CaO	1,84	14,8	27,2	113
69% Cs. homok, 25% Z. kaolin, 6% CaO	1,96	14,2	27,8	102
94% aplitörlemény, 6% CaO	1,92	15,2	29,2	157

A nyersanyagösszetétel rovatban alkalmazott rövidítés magyarázata: Cs. = csepeli homok, Kc. = kiscelli agyag, M. = mályi agyag, Z. = zettlitzai kaolin.

Az agyagos mészhomoktéglák gyártástechnológiája nagyjából a közönséges téglakéval azonos, csak a nyersanyagkeverék előállításánál van eltérés. Az agyagot előzetes kiszáritás után finomra őröljük és ilyen állapotban keverjük a homokhoz, illetve a homok és mész keverékéhez. Mennél finomabbra őröljük az agyagot és mennél egyenletesebben keverjük össze a homokkal, annál jobban érvényesül a hatása mind a sajtolásnál, mind a késztermék anyagtulajdonságaiban. 0,5–1,0 mm-nél nagyobb méretű agyagszemcsék a téglák mechanikai ellenállóképességét és szilárdságát károsan befolyásolják.

Őrlésre dezintegrátor vagy golyósmalom, az anyagkeverék egyenletes elkeverésére Koller-járat használható. Az agyagot a mészsel együttesen is őrölhetjük.

A nyersanyagkeverékben lévő mész megoltása oltódobos és silo vagy pihentető-eljárással történhet. Amennyiben a mész szemcsefinomsága 0,5 mm alatt van, a kétféle eljárással előállított termék anyagtulajdonságaiban különbség nem mutatkozik. Minthogy az oltódobos eljárás 1000 téglánként kb. 70 kg gőzfogyasztással jár, a silo- vagy pihentető-eljárás gazdaságosabb.

IV. Színes mészhomok-burkolóelemek

A színes mészhomok-burkolóelemek először a szovjet építészetben hódítottak teret. Tetszetős színük, mechanikai és légköri hatásokkal szembeni ellenállóképességük, kis előállítási költségük és gazdaságos felhasználhatóságuk következtében alkalmazási területük egyre jobban növekszik [8].

A burkolóelemeknek a 3. sz. jelentésünkben részletesen tárgyalt nagyszilárdságú mészhomok-téglák követelményeit kell kielégíteniük [7]. Az anyagnak a közönséges mészhomoktéglakénál nagyobb mechanikai ellenállóképessége kell legyen, nyers és edzett állapotban egyaránt.

Az anyag színezésére olyan fénoxidok és földfestékek használhatók, melyek mészhidroxiddal szemben ellenállóak és színüket számottevő mértékben a 170°-ot meghaladó edzési hőmérsékleten sem változtatják meg. A festőanyagoknak azonkívül nem szabad a kalciumszilikáthidrátkötőanyag hidrotermális reakcióját sem lassítani vagy gátolni.

A kísérleteinkhez használt masszákat csepeli homok, 0,06 mm-nél finomabb szemcséjű őrölt homokliszt, képlékeny agyag és színező anyagokból, továbbá 0,2 mm szemcsefinomságú 90–95% CaO-tartalmú égetett mészből állítottuk össze, 6,5–8,5% nedvesítéssel. A próbateteket 200 kg/cm² nyomással hidraulikus présen formáztuk, az edzés 174,5°-ú gőztérben 8 att. nyomáson nyolc óráig tartott.

A burkolóelemek anyagának színezésére igen jól használhatók a többnyire mesterséges úton előállított lúgálló cementfestékek. Minthogy azonban ezek a festékek legnagyobbbrészt csak külföldről

szerezhető be és drágák, kísérleteinkhez elsősorban hazai előfordulású természetes földfestékeket használtunk.

A rózsaszínű próbatesteknél 15,5% vasoxidtartalmú pilisvörösvári agyagos vöröskövet alkalmaztunk. Ezt az anyagot a kerámiai iparban a vörösszínű kőagyagburkolólapok alapanyagaként használják. A festőanyag fenti alkatrészek mellett csak kvarcot tartalmaz, földkáli vagy alkálioxid-tartalmú szilikátok az anyag ásványi felépítésében csak nyomokban szerepelnek.

Rózsaszín festési kísérleteket gánti bauxittal, továbbá a bauxit feldolgozásánál képződő vörösiszappal is végeztünk.

6. táblázat

Színes mészhomok próbatestek kísérleti adatai

A nyersanyag összetétele					A késztermék					
homok %	homokliszt %	agyag %	festőanyag %	CaO %	térf. súlya kg/dm ³	vízfelvétele %	pórus-térf. %	nyomószilárds. kg/cm ²	fagyállósága	színe

Festőanyag : vörösvári agyagos vöröskő

73	10	—	5	12	1,77	14,6	25,8	231	fagyálló	halványrózsaszín
68	10	—	10	12	1,75	15,0	26,2	209	fagyálló	élénkrózsaszín
58	10	—	20	12	1,83	14,7	26,9	180	18	téglafehér
68	10*	—	10	12	1,76	15,2	26,8	196	—	élénkrózsaszín
63	15*	—	10	12	1,80	14,8	26,6	165	—	élénkrózsaszín
73	—	5	10	12	1,80	17,2	31,0	175	12	élénkrózsaszín
68	—	10	10	12	1,82	17,9	32,6	205	14	élénkrózsaszín

Festőanyag : bodajki bauxit

78	—	—	10	12	1,70	18,2	31,0	85	0	élénkrózsaszín
68	10	—	10	12	1,78	16,9	30,0	90	2	élénkrózsaszín
63	10	—	15	12	1,80	15,8	28,4	78	2	téglafehér
58	10	—	20	12	1,85	15,6	28,9	72	0	téglafehér

Festőanyag : vörösiszap

78	—	—	10	12	1,75	17,6	30,8	72	1	téglafehér sókvirágzással
68	10	—	10	12	1,78	16,8	29,9	80	0	téglafehér sókvirágzással
63	10	—	15	12	1,82	16,2	29,5	68	0	téglafehér sókvirágzással

Festőanyag : cserszegtomaji okker

68	10	—	10	12	1,86	12,7	23,6	215	fagyálló	halványkrém
63	10	—	15	12	1,82	13,7	25,0	195	fagyálló	halványsárga
58	—	—	30	12	1,76	17,5	30,8	128	—	élénksárga

Festőanyag : izbégi andezit-tufa

32	—	—	60	8	1,59	21,5	34,2	145	11	szürke
----	---	---	----	---	------	------	------	-----	----	--------

Festőanyag : glaukonitos homokörlemény

82	—	—	10	8	—	—	—	136	—	szürke
67	—	—	25	8	—	—	—	175	—	halványzöld
47	—	—	45	8	—	—	—	170	—	élénkszöld

A nyersanyag összetétele rovatban feltüntetett homok csepeli, az agyag pedig mályi.

A * fonolitisztet jelent.

A sárga próbatesteket 14,3% vasoxidtartalmú cserszegtomaji sárga okkerrel színeztük, mely vasoxid mellett főképpen finomeloszlású kvareból és agyagásványokból áll, alkáliföldfém- és alkáli-oxid-tartalmú szilikátokat csak nyomokban tartalmaz.

Zöld színezőanyagként bakonybéli glaukonitos homokot használtunk, melynek glaukonit-tartalma 25%. A glaukonit sok alkáloxidot tartalmazó vasszilikát. Az izbégi zöld andezit-tufa festőképességét is kipróbáltuk.

A színes burkolóelemekre vonatkozó kísérleteink adatait a 6. táblázat foglalja össze.

A vizsgálatok eredményeit és kísérleti megfigyeléseinket alábbiakban foglaljuk össze.

A színezésre használt festőanyagok közül a vörösvári agyagos vöröskő, a cserszegtomaji sárga okker és a glaukonitos homokban levő vastartalmú szilikát hatásos festőanyagok, a kötőanyagképződése szempontjából inertek, annak hidrotermális reakciójában nem vesznek részt. A zöld andezit-tufa részt vesz a kötőanyagképződésben, festőképessége azonban nincs. A bodajki bauxit és a vörösiszap annak ellenére, hogy festőképességük nagy, színezésre nem alkalmasak, mert a kötőanyag képződését gátolják.

A burkolóanyagoktól megkívánt nagy szilárdság biztosítására 12% mészadagolás mellett legmegfelelőbb adalékanyag a homokliszt. Egyes alkáloxid-tartalmú kőzetek lisztfinomságú őrlményét is használhatjuk homokliszt helyett, így jó eredményeket értünk el hirdi fonolit-őrleménnyel. Bizonyos mértékig fokozható a szilárdság képlékeny agyagadagolással is, de tisztán agyaggal maximálisan 175 kg/cm² szilárdságot érhetünk csak el 12% mésztartalom mellett.

A mészhomok-burkolóelemek színezése nemcsak a nyersanyaghoz kevert festőanyaggal, hanem a késztermék felületi festésével is történhetik. Ezt az eljárást az azbeszt-cement-tetőfedőlemezek, eternit palák festésénél sikeresen alkalmazzák. E módszert a mészhomoktéglagyártásnál eddig nem használták.

Ha a még szabad mészhidroxidot tartalmazó, frissen gőzölt lapokat 5—10%-os vasszulfát-oldatban áztatják, az FeSO₄ a Ca(OH)₂-vel reakcióba lép és Fe(OH)₂ képződik. Utóbbi a levegőn lassan Fe(OH)₃-má alakul és a test felülete élénk-barnássárga színű lesz. Hasonló eljárással zöldszínű lemezeket is előállíthatunk: ez esetben a lapokat rézsulfát- és utána káliumbikromát-oldatban áztatjuk. A rézsulfát- és káliumbikromátból rézhidroxid és kalciumkromát képződik, utóbbi két vegyület keverékének színe zöld. Az ily módon előállított színes mészhomok-burkolóelemek színe nem egyenletes, hanem foltos.

A homokliszttel készült burkolólapok anyagtulajdonságai között ki kell emelnünk az anyag fagyállóságát és kis vízfelvevőképességét, továbbá kis vízáteresztőképességét is. Ez anyagtulajdonságok következtében tetőfedőanyagként is használható.

A burkolóelemek gyártásánál a következőket kell figyelembe venni. A közönséges téglánál jóval nagyobb méretű lapok préselésére a forgóasztalú prések nem alkalmasak. A préseléshez szükséges minimálisan 200 kg/cm² nyomás biztosítására a hidraulikus prések a legmegfelelőbbek.

A kipréselt lapokat közönséges papírlappal ellátott vaslemezekre helyezve továbbítjuk az edzőkaszánba. A papír használata azért szükséges, hogy a lapok felületét a rozsdás vaslemez ne szennyezze.

Hogy a burkolólemezek könnyen felerősíthetők legyenek, felerősítési felületüknek bordázottaknak kell lenniük. Minthogy bordázott felületű burkolólapok formázásához a prészszerszám szerkezete igen komplikált, a felerősíthetőséget úgy oldjuk meg, hogy a burkolólemezekbe a gyártás folyamán vashuzalokat préselünk és azok kiálló végeivel történik a felerősítés. Ily módon gyártják a mészhomok-burkolóelemeket a Szovjetunióban is.

IRODALOM

- [1] Tonindustrie Zeitung. 1909. 269. oldal.
- [2] P. P. Budnikov: Zur Frage der Erzeugung des Tonkalksteines. Tonindustrie Zeitung. 1928. 1369—1372. oldal.
- [3] P. P. Budnikov: Unserwaschbare Materialien aus rohem Ton. Kolloidzeitschrift. 1926. Bd. 39. 270—272. oldal.
- [4] I. P. Gvozdarjev: Szilikáttéglagyártás. 1951. 161—168. oldal.
- [5] Nehézipari Kutató Intézet differenciális hőelemzési és röntgenvizsgálati adatai. 1953.
- [6] Buzágh A.: Kolloidika, II. 2. 154—156. oldal.
- [7] ÉKKI. 3. sz. jelentés, A mészhomoktéglá minőségjavításának lehetőségei. Üreges és nagyszilárdságú mészhomoktéglák. 1953.
- [8] Színes mészhomoktéglák. Promüslennost sztroitelnih Materialov. 1953. 21. oldal.
- [9] A. W. Wolchensky: Die Wärmebilanz des Kalksandstein-Härtekessels. Tonindustrie Zeitung. 1936. 810—812; 837—839; 867—868. oldal.
- [10] Chr. Eberle: Wärmewirtschaft in Kalksandsteinfabriken. Tonindustrie Zeitung. 1924. 279—282; 289—290. oldal.
- [11] E. Probst: Handbuch der Betonsteinindustrie. 1951. 567—572. oldal.
- [12] A. Hummel: Entwicklung der Kalksandsteine. (Fortschritte u. Forschungen in Bauwesen Reihe D. Heft 3.) 1952.

A mészégetés hőtechnikája*

KLEME NT KÁROLY

(II. közlemény)

e) Meg nem mérhető hőveszteségek.

A meg nem mérhető hőveszteségek azok, amelyek hőkisugárzásból, hőelvezetésből és a kemence felületek tömítetlenségeiből adódnak.

Ide mindenekelőtt azokat a hőveszteségeket kell sorolni, amelyeket az aknakemencénél az adagoló- és húzónyílások, a körkemencénél pedig — a szórónyílások és bejárati nyílások (ajtók, kemencenyílások) állapota okoz.

Valamennyi meg nem mérhető hőveszteséget legegyszerűbben „maradék hőveszteségként“ állapítjuk meg, mely a közvetlenül meghatározható hasznos hőfelhasználási és hőveszteségi tételeket 100%-ra egészíti ki.

$$Q = \frac{\text{a meg nem mérhető hőveszteségek kalóriában}}{\text{a belső felület m}^2\text{-ben}} \quad (\text{Kcal/m}^2/\text{óra})$$

Ezekhez a hőveszteségekhez, amelyeket — mint említettük — a tulajdonképpeni munkatér felületének nagyságából számítunk ki, hozzá kell még számítani a hőveszteségek kiegészítéseként a munkatérrel összefüggő, kiegészítő berendezések hőveszteségeit is, mint amilyenek — az aknakemencéknél — a hosszúlángú belsőtűzterek hőveszteségei és hasonlóké.

Néha ezeket a hőveszteségeket közvetlenül is meg lehet állapítani és termoelemes méréssel értéküket meg lehet határozni.

A fent megnevezett valamennyi hőveszteséget, mint kiszámított értéket iktatjuk a kemence hőmérlegébe (hőegyenlegébe). Ez a hőmérleg minden egyes hőfelvételt és hőleadást magába foglal és megmutatja a kemence kalorikus teljesítményét (effektusát) és a kemence határfokát.

A kemence határfoka szerint értékeliük aztán hógazdasági szempontból a kemence gazdaságosságát, tekintettel a kemencébe bevitt hőmennyiségre és az ebből hasznosított hőre.

Példa a belsőtűzelésű aknakemencék hőmérlegének kiszámítására.

A hőmérleg (hőegyenleg) gyakorlati adatok alapján lett kiszámítva és „Stahl u. Eisen“ c. folyóirat 1949. III. 3-i, 69-ik számában jelent meg.

A kemence napi teljesítménye 155—170 t.

Koksz-szükséglete: 100 kg mészre 12,5 kg kokszfelhasználás.

A füstgázok hőmérséklete: 60° C.

A füstgázok összetétele:

CO ₂	41%
O ₂	1%
N ₂	58%
CO	0%

* STAVIVO 1952. 7—8. számában megjelent cikk fordítása. Fordította Szepesvári Zoltán.

A hővezetésből és hősugárzásból adódó hőveszteségek pl.: a körkemencéknél, Ing. B. Helan több tudományos munkája és értekezése szerint 200—300 (Kcal/m²) órát tesz ki és szorosan összefügg a hűtőzóna hosszával, a kemence állapotával, a kemence tömörségével és főleg hőszigetelő adottságaival.

A meg nem mérhető hőveszteségek, amelyekhez (a körkemencéknél) a falazat ismétlődő lehűlése és felfűtése is tartozik, megállapíthatók abból a különbségből, amely a 100%-hoz képest hiányként jelentkezik és — amely hőveszteségek — a tulajdonképpeni kemencemunkatér felületegységére vonatkoztatva:

A mész CaO-tartalma: 96%.

A koksz fűtőértéke: 7000 Kcal.

Hőegyenleg	A kemencébe bevezetett hő		Hőfogyasztás	
	kalória	%	kalória	%
1. A kemencébe bevezetett hő ...	87 500	100,00		
2. Hasznos hő			72 960	83,38
3. Kéményveszteség (A kéményen kimenő égéstermékek melegtartalma)			2 109	2,41
4. A karbonátbontásból származó CO ₂ által okozott hőveszteség			994	1,14
5. A húzott mész melegtartalma következtében előálló hőveszteség			400	0,46
6. A tüzelőanyag el nem égett hányadából adódó hőveszteség			500	0,58
7. Meg nem mérhető maradék hőveszteség			10 537	12,03
Összesen	87 500	100,00	87 500	100,00

A kemence határfoka 83,38%

A meghatározott értékek tételes kiszámítása:

1. A kemencébe bevezetett hő:
100 kg mészre eső 7000 Kcal
fűtőértékű 12,5 kg koksz 87 500 Kcal
2. Hasznos hő (a mész 96% CaO-t tartalmaz):
0,96 × 760 × 100 kg mész 72 960 Kcal.
3. Kéményveszteség:

A füstgázok összetétele :

CO ₂	41%
O ₂	1%
N ₂	58%
CO	0%

A gázok hőmérséklete : 60° C
 A levegő hőmérséklete : 10° C

¶ A füstgázokban 50% nitrogéntartalom van, mely az égéshez szükséges levegővel kerül a füstgázokba, ennek a nitrogénmennyiségnek (21 : 79) · 58 = 0,265 · 58 = 15,37% oxigén felel meg.

A tüzelőanyag elégéséből :

CO ₂	15,37	térfogat-rész
CO	—	„
O ₂ az égéshez felhasznált levegő maradéka	1,00	„
N ₂	58,00	„
	74,37	térfogat-rész

keletkezik, míg a

CO₂ a mészke bomlásából 25,63 rész

Összesen... 100,00 térfogat-rész

A fentiek alapján az elégett tüzelőanyag 74,37 rész füstgázmennyiséget ad, melyben az egyes részek térfogatszázalékos megoszlása az alábbi :

CO ₂ ...	(100 × 15,37) : 74,37 = 20,67%
O ...	(100 × 1) : 74,37 = 1,34%
N ...	(100 × 58) : 74,37 = 77,99%
	100,00%

$$Z_k = \gamma \frac{t_g - t_e}{CO + CO_2} = 0,73 \frac{(60 - 10)}{(20,67 + 0)} = 2,41\%$$

4. A mészke-nek a kemencében történő bomlásából keletkezett CO₂-ből adódó hőveszteség. A mész 96% CaO-t tartalmaz, így 100 kg előállításához : 96 × 1,7867 = 171,33 kg CaCO₃ szükséges : 171,33 kg CaCO₃-ból (171,33 × 44) : 100 = 75,38 kg CO₂ szabadul fel. A CO₂ fajhője 0,22 Kcal/kg, ezért a mészke bomlásakor keletkező CO₂-ből adódó hőveszteség a füstgázok 60° C hőmérséklete mellett :

$$75,38 \times 0,22 \times 60 = 994 \text{ Kcal.}$$

5. A húzott mész melegtartalmából adódó hőveszteség :

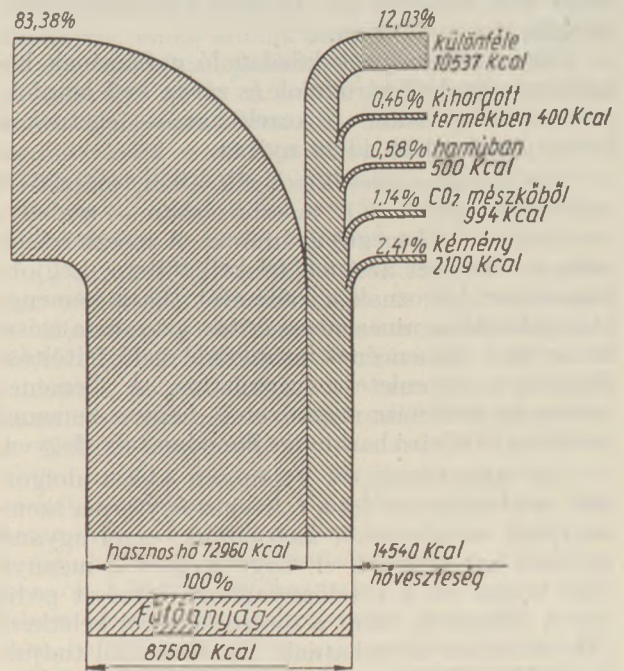
$$Z_{zb} = 100 \cdot (t_{zb} - t_{ca}) \cdot s = 100 (29 - 10 \cdot 0,21) = 400 \text{ Kcal.}$$

6. Légfölslegtényező :

$$\frac{CO_2 \text{ max}}{CO_2} = \frac{20,80}{20,67} = 1,01$$

A hőgyenleg kiértékelése

A fent említett aknakemence hőgyenlege nagyon kedvező. A kemence igen jó hatásfokkal dolgozik, 83,38%-kal, a fűtőanyag-szükséglet kevés és a kemencében a fűtőanyag elégése tökéletes. Ugyanakkor említésreméltó, hogy az aknakemence



3. ábra

majdnem az égés elméleti levegőszükségletével dolgozik.

A hőmérlegből továbbá az is kitűnik, hogy a kémény hővesztesége rendkívül kicsi, ami a füstgázok kis hőmérsékletének következménye és mindössze 2,41%-ot tesz ki. A karbonátbomlásból származó CO₂ okozta veszteség betudásával számított hőveszteség összesen : 3,55%.

Ennél az ismertetett kemencénél egyáltalában nem volt olyan hőveszteség, amely a tökéletlen égésből állott volna elő és a füstgázokban CO sem volt megtalálható. Ugyanakkor, annak ellenére, hogy ez a kemence majdnem csak az elméleti levegőszükséglettel dolgozik, a kemencében a tüzelőanyag elégése mégis tökéletes. Csupán a meg nem mérhető (maradék) hőveszteség nagyobb, mely a belső felület 1 m²-ére vonatkoztatva és számszerű értékben kifejezve — azaz a kemencének 1 m²-re 1 óra alatt eső kalóriavesztesége — kb. 670 Kcal/m²/óra.

Ez a kemence naponta 155 t—172 t meszet ad 330 m³ hasznos térfogat mellett, vagyis a kemencetér 1 m³-ére vonatkoztatott teljesítménye 24 óra alatt : 460—520 kg. A hőgyenleg grafikus ábrázolását a 3. ábrán látjuk.

V. A kemence gazdaságos üzemeltetésének feltételei

1. Aknakemencék

Az aknakemencéknek tökéletesen légzárónak kell lenniök, hogy külső levegő a kemencébe ne hatolhasson; természetesen tökéletesen tömörnek kell lennie nemcsak a kemencefalazat külső felületének, hanem a kezelőnyílásoknak is. Tudjuk, hogyha bármi külső levegő hatol a tűzterbe, megnő a kéményveszteség, mert ez haszontalan levegőmennyiség felmelegítését teszi szükségessé

és az erre fordított hő teljesen kihasználatlanul távozik el a kéményen.

Az aknakemencék kőadagoló nyílásainak hézagmentesen kell záródnok és zárva kell lenniök, és csak adagoláskor — kezeléskor — lehetnek a lehető legrövidebb ideig nyitva.

Az aknakemence kiszolgálásában, mészkövel való feltöltésében és a mészhúzásban — szabályszerűségnek kell megnyilvánulnia. A mészhúzások után a kemencét azonnal fel kell tölteni. Legjobban akkor dolgoznak a kemencék, ha a kemence kiszolgálásában nincs megszakítás, azaz, ha a mészhúzás és a kemencének mészkövel való feltöltése állandóan egyenletes, folyamatos. A kemence helyes üzemeltetése megköveteli, hogy a kemence a töltőnyílást záró harangig állandóan telve legyen.

Az aknakemencék különösen akkor dolgoznak megbízhatóan, ha a töltéshez egyforma szemnagyságú mészköveket használunk; ezzel ugyanis egyrészt azt érhetjük el, hogy megfelelő mennyiségű levegő jut a tüzelőanyaghoz, másrészt pedig úgy a füstgázok, mint a disszociációból keletkező CO₂ szabadon távozhatnak. Gyakorlatból tudjuk, hogy akkor legnagyobb a kövek közötti hézag, ha a mészkövek szemnagysága azonos, ezzel ellentétben, ha különböző szemnagyságú köveket használunk, a kisebb szemnagyságú kövek a nagyobb szemnagyságúak közé ékelődnek. Ezzel csökken a kemencetöltés kövei közötti hézag, eltömődnek a légutak és megszűnik a levegőjárat.

Tekintettel arra, hogy a török az aknakemencék nyersanyagát, a mészkövet, különböző szemnagyságúra tudják csak törni, *Loesche* azt javasolja, ésszerű mindig négyaknás kemencecsoportot (telepet) üzemeltetni, mikor is a kemencék mind-egyikét különböző, de egyenként azonos szemnagyságú mészkövel kell megtölteni; továbbá — ennek folyamánként — a nagyobb szemnagyságú mészko kiégetéséhez — a szemnagyságnak megfelelően — durvább szemcsézésű tüzelőanyagot is kellene használni, viszont az apróbb szemnagyságú kövek kiégetéséhez kisebb szemcséjű tüzelőanyagot. Az ilyen kemencecsoportban egyenként, a kemencéknek más és más a teljesítménye, de az összteljesítményt tekintve az ilyen csoportos elrendezés a kemencetelep maximális kihasználási lehetőségét adja.

Ha az aknakemencéket nem azonos szemnagysággal töltjük meg, vigyáznunk kell arra, hogy a nagyobb szemnagyságú mészkövek a kemence közepére kerüljenek, az apróbbak pedig a kemence kerületére. Ezáltal a kiégetés jobb lehetősége áll elő, a belsőfalazat pedig meg lesz védve attól, hogy a nagy hőfok megrongálja. Mennél apróbb mészko kerül a kemencébe, annál inkább emelkedik a kemence teljesítménye és ugyanakkor a mészko kiégetéséhez szükséges égetési idő csökken.

Lényeges körülmény az is, hogy az égetési zóna hossza állandóan azonos legyen és csak egészen kis határok között ingadozva növekedjék vagy csökkenjen, hogy ezáltal a kemencének mind az előmelegítő, mind a hűtő zónája is megfelelően hosszú maradjon s a samottégla bélésfalazatok

nagyobb mértékű hőfokingadozásnak ne legyenek kitéve.

A tüzelőanyag elégetéséhez szükséges levegő az aknakemencébe, vagy az alább megnevezett módok valamelyikeként, vagy pedig az említett módozatoknak kombinációjaként kerül:

1. természetes huzattal, azaz kéményhuzattal,

2. a füstgázok elszívásával,

3. levegő befúvással:

a) primérlevegőnek a rostély alá történő befúvásával, belsőtüzelés (hosszú láng);

b) primérlevegőnek egyenesen a kemencébe történő befúvásával, külsőtüzelés (rövid láng);

c) szekunder, azaz a kemencébe mellékúton kerülő levegőként, belsőtüzelés.

A belsőtüzeléses aknakemencénél jelentős mértékben nyilvánul meg az égetés gazdaságossága, a tökéletlen égés kiküszöbölésének alapfeltétele az, hogy a tüzelőanyagot gyakrabban és kisebb mennyiségben adagoljuk a kemencébe és hogy annyi levegőmennyiségnek a tüzelőanyaghoz jutását biztosítsuk, amennyi a tökéletes égéshez szükséges. Nagyon jól bevált tüzelési módszer a tüzelőanyagok változó adagolása a tűztérbe, az ú. n. keresztbeadagoló fűtés.

A fűtők rendszerint nem hajtják végre a tüzelőanyag gyakoribb, kisebb mennyiségben történő adagolását, mert az aknakemencének ilyen kiszolgálása fokozott megerőltetést jelent. Ezt a hiányosságot úgy küszöbölik ki, hogy az új aknakemencéket „Roučka“ rendszerű automatikus barnaszén-rostélytüzeléssel látják el, mely a tüzelőanyagok a rostélyokra történő állandó egyenletes rátolását biztosítja.

A mész szabályszerű húzása és a mészkönek rövidebb időközönként történő adagolása, lényegesen csökkenti a kéményvesztéseket.

A külsőtüzelésű aknakemencék gazdaságos tüzelését jelentősen befolyásolja a tüzelőanyagok a kemencében való egyenletes szétterjedése; lényeges, hogy a tüzelőanyag ne gyűljön fel egy helyen és ne okozza azt, hogy a mész túlételve megolvadjon és esetleg a bélésfalazat is kiolvadjon.

Mind a belsőtüzelésű, mind a külsőtüzelésű aknakemencéknél beépített hőmérőkkel ellenőrizzük a kemence belső hőmérsékletét és összetételét is. Ellenőrizzük a huzatot, valamint a primér és szekunder levegőáramot is. Természetes, hogy a kemencét jó hőszigeteléssel kell ellátni, nehogy a külső hőmérséklet lehűtse. Ezt a célt szolgálja az, hogy a samottbélésfalazat mögött különböző vastagságú thermalit szigetelést alkalmaznak. Az aknakemencék külső burkolataként legjobban a vaslemez felel meg.

A tűzzóna ellenőrzésére 3—5 m hosszú, kihegyezett végű, vasrudakat szoktak használni. A vasrudat betoljuk a felület burkolatán át, a samottbélésfalazaton keresztül a kemencébe és kb. két perc múlva fogóval kihúzzuk. A hőmérséklet ellenőrzésére a rúdon egy darab fával végigmegyünk, vagy pedig az izzás színeinek fokozatából állapítjuk meg a kemence hőmérsékletét:

■ kezdeti vörösláng (sötétben látható)	590 C°
sötétvörösláng	700 C°
vörösláng	850 C°
élenkvörösláng	950 C°
sárgaláng	1100 C°
világossárgaláng	1200 C°
kezdeti fehér láng	1300 C°
teljesen fehér láng	1500 C°
a vas olvadáspontja	1520 C°

2. Körkemencék

A körkemencéknél a gazdaságos üzemeltetés alapfeltétele az, hogy a kemence falazata tökéletesen légzáró legyen és a huzatzárópapiros szak-szerűen legyen feltéve. Ezért rögzítjük és kenjük körül agyaggal a huzatzárópapirost a boltívekkel és az égetőcsatorna alapzatánál és hintjük be az agyagot zuzalékkal. Helyen minden egyes kamrát huzatzárópapirossal ellátni. Vigyáznunk kell arra, hogy a huzatzárópapiros a köveknek a kemencében történő felrakása közben el ne szakadjon és a kemencében, amennyire ezt a kemencetűztér hossza megengedi, a tűz előtt legalább egy kamrát mindig fenntartunk a kezelési munkálatokra.

A körkemencékben a mészke berakása közben a huzatpapír gyakran megrongálódik és kilyukad. Ezeket a helyeken azután a hideg levegő behatol azokba a kamrákba, amelyek már az előmelegítő zónát alkotják és innen a kéménybe. A hideg levegőnek ez a behatolása késlelteti a tűz előrehaladását és növeli a kéményvesztést. Ezen a jelenségen gyakran úgy segítenek, hogy a huzatzáró papírost kettőzve rakják fel. Az átlukadás elhárítására való törekvés indokolja a rugalmas huzatzárópapír használatát, így pl. az erős krepp papír, vagy a sajátságos ú. n. orgonapapiros használatát.*

A körkemence dolgozónyílásait (ajtók, búvónyílás) jól befalazzuk és tökéletesen eltömítjük. A körkemencéből meleg, a dolgozónyílásokkal való összeköttetés (érintkezés), illetőleg a hővezetés révén vonódik el, esetleg együtt a hővezetés és a dolgozónyílásokkal való összeköttetés következtében. Ennek folytán hőmérsékletkülönbség áll elő, azaz hőesés ($t_1 - t_2$). Mennél tökéletesebb a dolgozónyílások légzáró tömítése, annál kevesebb a hővesztés és annál kevésbé csökken a külső falazat hőmérséklete. Ezen kívül a jól zárt dolgozónyílások jó hatása abban is megnyilvánul, hogy meggátolják a külső levegő behatolását a kemencébe.

Gyakran alkalmaznak a körkemencék dolgozónyílásainak, ajtóinak szigetelésénél légpárna szigetelést, mint olyan ajtóizolációt, amely hőtechnikai szempontból jól megfelel és gyakorlatilag is jól bevál. A gyakorlatban egyéb ajtószigetelési megoldásokkal is kísérleteznek; újabbban úgy próbálják ezt a kérdést megoldani, hogy fém-ajtókeretet szigetelő anyaggal töltenek ki, az ajtókereteket pedig a kemence falához különleges patentzárral erősítik fel.

Jelentős hővesztés áll elő abból, hogy idő

előtt veszik le a kemence szórónyílásainak védőkupakjait; ebből adódik azután, hogy a meleg- és hideglevegő fajsúlykülönbsége következtében a melegevegő kitör. Annak a levegőnek, amely a munkanyílásokon keresztül hatol a kemencébe, megnövekszik a térfogata és a melegevegő a szórónyílásokon keresztül kizúdul. Ezért ajánlatos a szórónyílásokat a tűz mögött a lehető legtávolabb kinyitni, a huzat egyidejű növelésével.

Fenn kell tartanunk a körkemence falazatának tömörségét (izoláltságát) és légmentességét és általában a kemence valamennyi beépített szerelvényének hézagmentes zárását, amilyenek például a golyós (kónuszos) eresztékek a Hoffmann-kemencéknél, a huzatszabályozó tolattyúk (a Kohout-kemencéknél), füstszűrők (a mészkihúzó rudak körül) és az önműködő szénadagolók (ezeket tüzelőanyaggal állandóan megtöltve kell tartanunk). Az égetés közben állandóan tömítjük (izoláljuk) a kemence külső falát, a dilatációs hornyok kötéseit, ajtókat stb. A kemence bármilyen természetű tömítetlensége (hézagok) jelentősen befolyásolja a kemence gazdaságos üzemeltetését és lényegesen növeli a kéményvesztést azzal, hogy fölhívítja a füstgázokat, aminek következtében csökken a CO₂ tartalom, lényegesen rosszabbak lesznek a huzatviszonyok, lecsökken a kemence teljesítménye, az égetés leromlik, ami a tökéletlen égésből eredő további hővesztésekkel jár. Éppen ezért fölülte fontos a falazat tökéletes tömörségére nagy gondot fordítani. A kemencefalazat átvizsgálásánál észlelt külső repedéseket, hézagokat azonnal tömíteni kell és erre legalkalmasabb az aszfaltból, kátrányból és mészlisztből — mint adalékanyagból — álló keverék.

Kövessük a kemence huzatviszonyait a kéménynél és a kemencéből eltávozó füstgázok hőmérsékletét. A kemence gazdaságos üzemeltetése feltételezi a megfelelő hosszú kemencecsatornát és pedig legalább 80 m hosszút. Így módunkban van elegendő hosszú előmelegítő zónát kialakítani és egyidejűleg hűtő zónát is.

A mészkövek helyes berakása lehetővé teszi azt, hogy egyenletes lánggal égessünk a tüzelőcsatorna egész hosszmetézetében és így egyenletesen tüzelhessünk. Ilyen vonatkozásban jó szolgálatot tesznek a tüzelőanyagadagolók, amelyek önműködően juttatják a tüzelőanyagot a kemencébe. Különböző rendszerű adagolók vannak használatban, ezek közül legelterjedtebbek a „PALIC“ jelzésű (gyártja az Elektrosignál N. V. Praha), továbbá a „PRAKTIK“ jelzésű adagoló (gyártja a Kommunális Vállalat, ezelőtt „Dejdár“ öntöde Kolinban), „PERUTZ“ (gyártja Keramostroj N. V. Blansko), valamint a „THOST“, „SCHAG“, „ROB“, „WECK“ adagolók és a pneumatikus „IIAKO“ adagoló és hasonlók.

Egynéhány körkemencében ma, a mészégetéshez kifejezetten „mosti“ barna daraszemet és rostátlan barna aknaszemet használnak, ezekben a kemencékben kizárólag önműködő tüzelőanyagadagolókkal adagolva égetik a meszet anélkül, hogy nagyobb szemmagyságú (durvábban osztályozott) szénrel tüzelnének.

* Dr. ing. Láng Arnold újítási jelentése L. 707 V. 80 c. szám alatt.

A tényleges szórólyukakon kívül nagyon jól beváltak még a segédszórólyukak is, melyek a kemence tetején a főszórólyukak közé vannak beépítve. Ezek a segédszórólyukak a főszórólyukak sorai között vannak elhelyezve megfigyelőnyílások, ú. n. „benézők” alakjában. A benézők átmérője kb. 60 mm és ezeken keresztül is adagolják az önműködő adagolókat a tüzelőanyagot a kemencébe.

Ez az ú. n. teljes keresztmetszetű adagolás a tüzelőanyagot teljesen egyenletesen teregeti szét a tüzelőcsatorna egész hosszmetézetében és így az olyan helyre is elkerül, ahová egyébként nem jutott volna. Ha barna daraszénnel tüzelünk, a szén a kemence alsóbb részeibe is lekerül és ott jól elég. Az így kiégetett mészt világos, tiszta és nem salakos. A kemencecsatornába berakott kőnek rostélytüzeléssel való kiégetése azáltal válik tulajdonképpen könnyebbé, ha a rostélyon a tüzelőanyag egyenletesen szóródik szét, mert így tökéletesebben ég át a mészke anélkül, hogy a kemencében a kötöttség a kövek megmozdulása következtében hirtelen összeomlanék. Levegőhiány pedig akkor áll elő, ha adagoláskor a tüzelőanyagból egyszerre nagyobb mennyiséget rakunk a tűzre, aminek azonnali következménye a tökéletlen égés és az ezzel járó jelentős kéményfüst.

A kemence gazdaságos üzemeltetéséhez, nem kis mértékben járul hozzá a kemence alapzatának nedvesség behatolása ellen való szigeteltsége. A kemencecsatorna alapzatának olyan jól szigetelnie kell lennie, hogy az alapzat a talajvíz átszivárgásától ne legyen nedves, mert ez zavarja a kemence üzemeltetését és a kemence alján ki nem égetett mész keletkezik. A körkemence jó üzemeltetése föltételezi a gyors égetést, mivel a gyors égetés a legolcsóbb és kalorikusan a legelőnyösebb égetés.

3. Alagútkemencék

Míg az alagútkemencéknek a téglai parban, annak további fejlődésében komoly jövőjük van, a mésziparban egyáltalán nem váltak be. Mészke égetésénél ugyanis nincs lehetőség az alagútkemencék teljesen mechanizált üzemeltetésére. De kalorikus adottságaikat illetően sem alkalmasak. Növeli az alagútkemencék használhatóságának nehézségét az a körülmény is, hogy úgy dolgoznak, mint a gázkemencék, azaz olyan kemencék, amelyek generátorgázzal vannak ellátva s ezért túl drága az üzemeltetésük. Még azt is meg kell említeni, hogy a berendezési költségek is jelentősek és magát az égetést is számos zavar szakítja meg.

4. Forgókemencék

A mészégető forgókemencék teljesen önműködően dolgoznak. A nyersanyag helyszínre szállítása — a nyersanyagot egyébként kis darabokra kell összetöretni, a darabok szemnagysága: 20—40 mm —, de a mész húzása is, a nagy teljesítmény ellenére, minimális kiszolgálást kíván. A forgókemencék berendezése azonban túl költséges és üzemeltetése sem gazdaságos azért, mert ennél a

kemencetípusnál a mészégetéshez nagymennyiségű kalória szükséges, a kalória szükséglet 100 kg, mészre 200 000—300 000 Kcal között ingadozik, továbbá, mert az égetéshez szükséges szén 5—10% szitamaradványú finomságúra kell őrölni, a C.S.N. 0,09. 1212—47. számú szabványnak megfelelően 4900/cm² finomságú szitán.

A jelentős kalóriaszükséglet abból adódik, hogy a mészke az átmenő füstgázok melegének csak akkor van kitéve, amidőn a kemence fordul és a mészke a kemence forgatása következtében lelesik, ami aránylag rövid idő.

Ha a mészke szennyezett, gyakran következik be a mész túlégetése és olvadékképződés. A forgókemencében ugyanis nehéz úgy tartani a hőmérsékletet, hogy ne haladja meg az olvadékképződés hőfokát, tekintettel a forgókemence nagy égési hőmérsékletére.

VI. Huzat

A mészégető kemencéknél az alábbi huzatfajtákat különböztetjük meg:

1. természetes huzatot a kémény működése alapján,

2. mesterséges huzatot, azaz szívó ventilátor használatával elért huzatot és

3. befúvással létrehozott huzatot, azaz nyomó ventilátorral előállított légáramlatot.

Mindezek a berendezések azt a célt szolgálják, hogy az égés alatt álló térből tovább vigyék az égéstermékeket és így helyet adjanak annak a levegőnek, amely a tüzelőanyag további égéséhez szükséges.

A kéménynél kéményhuzatról beszélünk, ennek működését azzal lehet jellemezni, hogy mennyi az egy másodperc alatt elvezetett gázmennyiség. Ez a huzat a kéményben lévő meleg gázoszlop súlyának és a vele azonos magasságú külső hideg levegőoszlop súlyának különbségéből adódik, azaz abból, hogy a könnyebb levegő-oszlopot kiszorítja a nehezebb a közlekedő edények példája szerint. A kémény sztatikus huzatjának kiszámítására az alábbi képlet szolgál:

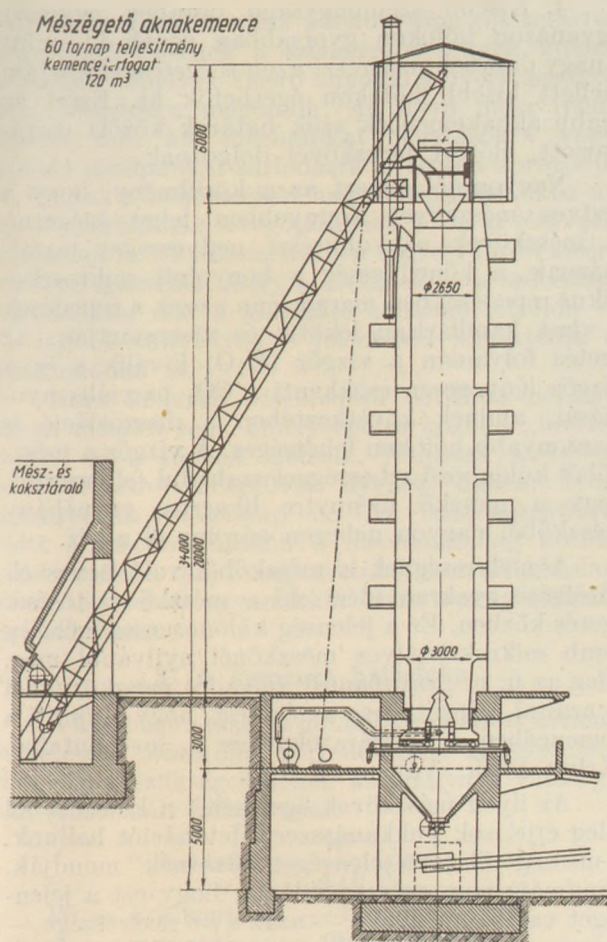
$$mmv \cdot o. = H \frac{273}{T_{le}} 1293 - \frac{273}{T_{gáz}} Y$$

Ebben az egyenletben H = a kémény magassága m-ben, Y = a gáz fajsúlya kg/m³-ben, T = az absz. hőfok K°-ban.

A hasznos kéményhuzat a sztatikus huzatnak a huzatveszteségek és áramlási veszteségek levonása után fennmaradó hányada.

A hideg levegő nagy befúvással van a huzatra és ebből adódóan, télen a kémény jobban húz, viszont a meleg párás nyáron annál kevésbé. A + 5 C° különbség 0,022 mm v. o. nyomáskülönbséget okoz.

A Hoffmann-féle körkemencékben 3,672 Kcal. (lásd 1. ábrát) fűtőértékű szén és 4,2 m³ elméleti levegőszükséglet mellett 7,3 m³ füstgázt kapunk. Négyszeres levegőfelesleg-tényező mellett ez 1 kg szénre vonatkoztatva 29,2 m³ füstgázt jelent, azaz 100 kg mészre a szükséges 28 kg



4. ábra

szén felhasználással 817 m³ füstgáz esik. Rosszul üzemeltetett körkemencéknél azonban 1 kg elégetett tüzelőanyagra gyakran 40 m³ füstgáz is esik.

Ezekből az adatokból is következik, hogy mennyire fontos a kemence gazdaságos üzemeltetése szempontjából annak jó légzárása, a huzatpapírok kifogástalan elhelyezése és leragasztása és valamennyi szerelvénynek és munkanyílásnak légmentes tömítése.

Meg kell azonban azt is említenünk, hogy némely hővesztés közvetlen összefüggésben áll a huzat alakulásával, és pedig:

1. A tökéletlen égésből adódó hővesztés, mivel ennél nincs elegendő huzat.
2. A hővezetésből és hőkisugárzásból adódó hővesztés (nagyobb huzat esetén gyorsabb a tűz előrehaladása és ezzel csökken a 100 kg kiégetett mészre vonatkoztatott hővesztés, mivel rövidebb az égés ideje).

A huzat nagyságára nemcsak a külső levegő hőmérsékletének van befolyása, amint erről az előzőkben már említést tettünk, hanem az időjárási viszonyoknak is. Jelentős ingadozást jelent a huzat egyenletességében pl. a szél sebessége, amit főleg akkor lehet megérezni, ha erős a szél, vagy vihar van.

A körkemencében történő égetés esetén akkor

áll elő huzatsökkenés, amidőn új kamrát vesznek a tűz alá, és pedig azért, mert a füstgázok a hideg mészkövel való érintkezés alkalmával lehűlnek, ami a kéménybe jutó füstgázok hőmérsékletének csökkenését vonja maga után és ezzel természetesen csökken a huzat nagysága is. Ez a huzatsökkenés szabályszerűen ismétlődik egy-egy új kamra bekapcsolásánál. Ez váltotta ki azt a törekvést, hogy a kémény huzatját úgy szabályozzák, hogy állandóan egyenletes huzattal lehessen dolgozni. A huzatot füstelszívókon kézzel szabályozni nem lehet pontosan és megfelelő időben. Ezért a célnak megfelelő, különböző huzatszabályozókat szerkesztettek. E szabályozók közül a csappantyús megoldású „AERO—SOLO“ szabályozót használják, vagy a „Krupp“ rendszerű szabályozót. Ezek alapelve az, hogy külső levegőt engednek a szívóventilátorba, vagy a kéménybe, ami által a depresszió kiegyenlítődik (szél, vagy vihar esetén). Más szabályozó típusok még: az „ASKÁNIA“, „HYDRO“, vagy a harang szabályozó.

A szabályozók természetesen nem küszöbölik ki azokat a huzatingadozásokat, melyeket a támadt szél a kemencébe besodort levegőn keresztül idéz elő a kemencében. Ezért a munkaidőn kívül és főleg az esti időszakban el kell látnunk a körkemence fontosabb nyílásait fa-védőfállal.

Azokat az esetleges huzatingadozásokat, amelyeket tűzrérakás alkalmával a szórónyílásokon át beáramló levegő okoz, nagy mértékben kiküszöbölik az önműködő tüzelőanyag adagoló szerkezetek.

Mesterséges huzatot a nagyteljesítményű körkemencéknél, vagy azoknál a körkemencéknél használunk, amelyek két vagy több tűzzel mennek. Ezekben az esetekben a kémény működését szívó ventilátorral segítik. Ennek meghajtásához — természetesen — energia szükséges. Mesterséges huzattal biztonságosan bármilyen mennyiségű füstgázt el tudunk szívni. Rendszerint az aknakemencéknél alkalmazunk ventilátorokat, különösen ha a kemencék fajlagos teljesítményét akarjuk növelni.

VII. A füstgázok hőmérséklete

Általánosságban azt lehet mondani, hogy a természetes huzattal rendelkező mészkemencéknél a füstgázok hőmérsékletének nem szabad 120—150 C° alá süllyednie és nem haladhatja meg a 250 C°-ot, ha a kéménynek jó a huzata. Nagy hőmérsékletnél megnő a kéményvesztés (a füstgázokkal távozó hővesztés). Legjobban akkor működik a kémény, amikor a kéménygázok hőmérséklete 150 C° körül van. Ha a hőmérséklet a harmatpont alá süllyed, a gázokból vízpára csapódik ki és gyenge sav keletkezik (H₂SO₃), amely korrodálja és szennyezi a kémény belső falzatát. Ugyanez jön létre bizonyos körülmények között az előmelegítő zónában is és ennek következménye, hogy a kiégetett mészen halványzöld — melanterit szerű — (vasszulfid) foltok jelennek meg.

VIII. A tüzelés ellenőrzése

A helyes tüzelés ellenőrzésére különböző regisztráló és ellenőrző műszerek szolgálnak.

A füstgázok elemzésére vagy a hordozható Orsát készüléket használják, vagy pedig önműködő füstgázelemzőket, amelyeknek működése vagy kémiai, vagy elektro-fizikai elveken alapszik. Újabbban, napjainkban, egy analizátort szerkesztettek, amely a füstgázokat elektromos úton szívja fel és elektromos úton gyűjtja meg a CO-t.

A hőmérséklet megmérésére különböző hőmérőket használunk. Ezek higany-hőmérők, termoelektromos és optikai hőmérők.

A huzatmérők közül leggyakrabban a Krell-féle huzatmérőt használják, vagy Brown kettős huzatmérőjét a kéményhuzat mérésére és Obel hordozható huzatmérőjét a kemencehuzat mérésére.

Az ellenőrzésnek biztosítania kell az üzem gazdaságos vezetését, hogy jó mészt égetése mellett kevés legyen a szénfelhasználás. Valamennyi hőtechnikai mérésnek a feladata a tüzelőanyag gazdaságos kihasználása, valamennyi hővesztés csökkentése és a kemenceteljesítmény növelése.

IX. A mészkő kiegészési (bontási) hőszükséglete és kiegészési hőfoka

A mészkő kiegészési hőszükséglete függ:

1. A mészkő %-os CaCO_3 -tartalmától, ebből következik, hogy a nagyobb CaCO_3 -tartalommal rendelkező mészkövek kiegészéséhez nagyobb hőmennyiség kell. Ezt a hőmennyiséget a bontási hőszükséglet számszerű értéke adja meg. Ezek alapján tehát a kiegészési hőszükséglet elsősorban a mészkő kémiai összetételétől függ és így eléggé tág határértékek között mozog.

A mikrokristályos tömb-mészköveknél, amelyek CaCO_3 -tartalma 96%-nál nagyobb, a szükséges hőfok = 1250—1400 °C°.

A makrokristályos durva szemcséjű mészköveknél, amelyek CaCO_3 -tartalma 96%-nál több, az égetési hőfok = 1200—1280 °C°.

A mésziszapoknál, amelyek kiegészésük után közepes mézshydrátot adnak, a bontási hőfok = 1100—1200 °C°.

2. A szilárd és egységes struktúrájú mészkövek nagyobb hőfokon égnek ki, mint a makrokristályos mészkövek. A kristályos szerkezetű mészkövekből a CO_2 könnyebben szabadul fel a mészkövet alkotó egyes kristálykák felületéről a számos mikroszkópikus repedés következtében, amely repedések a különböző metamorf átmenetekből és a visszakristályosodási folyamatok révén jöttek létre. Ezzel ellentétben a tömb mészkövek kiegészése körülményesebb. Ugyanis a hő nehezebben hatol a mészkő belsejébe és így a disszociáció is lassúbb.

3. Nagyobb MgCO_3 -tartalomnál csökken a kiegészési hőszükséglete. A dolomitos mészköveket általában alacsonyabb hőfokon is égetik ki a MgCO_3 alacsonyabb bontási hőfoka következtében. A dolomitos mészköveket 1100—1200 °C° között égetik ki.

4. Kisebb szemnagyságú darabok egyrészt ugyanazon hőfokon gyorsabban égnek ki, mint a nagy darabok, másrészt azonos égetési időtartam mellett kisebb hőfokon égethetők ki. Ezért az újabb aknakemencék szűk határok között osztályozott, előtört mészkővel dolgoznak.

Nagyon jól ismert az a körülmény, hogy a nedves mészkövet könnyebben lehet kiegészíteni. A mészkövek nagyobb részét nedvességet tartalmaznak, a kőnedvesség a bonyolult mikroszkópikus repedésekben marad fenn s ezek a repedések a vizet kapillárisan lekötik és visszatartják. Az égetés folyamán a vízgőz (H_2O) kiválik s ez a vízgőz lényegesen csökkenti a CO_2 parciális nyomását, aminek következtében a disszociáció is alacsonyabb hőfokon lehetséges. A vízgőz a mészkőből különböző sebességgel szabadul fel aszcint, hogy a mészkő mennyire likacsos; egynéhány mészkőből nagyon nehezen párolog el a víz.

A nedvességnek a mészkőből való heves elgőzölgése gyakran idézi elő a mészkő szétesését égetés közben. Ez a jelenség különösen egynéhány tömb mikrokristályos mészkőnél nyilvánul meg, főleg az ú. n. „szappanos“ (olvadó) mészköveknél és általa nehezíti meg az égetést, hogy eltömíti a kemencéket a füstjáratokat és a levegőutakat (Krluv Dvůr, Vápeny Podol).

Az ilyen mészkövek égetésénél a kemencéből főleg éjjel sok pukkanásszerű detonációt hallunk. A mészégetők ezt a jelenséget „lövésnek“ mondják. Mindmáig nem egészen világos, hogy ezt a jelenséget valóban a bánya — azaz a kő nedvessége — okozza-e, vagy inkább lappangó belső feszültségek eredményeként jön-e létre, amely nyomás égetéskor felszabadul és a mészkő szétpukkanását hozza létre. Megállapították ugyanis, hogy egynéhány szilárd szerkezetű mészkő megelőző kiszáritás után sem mentes ettől, az üzemeltetést erősen gátló tulajdonságtól. Az is bizonyos, hogy itt megnyilvánulhat a mészkő rétegződés szerinti szétesési hajlama is. E zavar elhárításának egyetlen módja a mészkőnek az előmelegítő zónában történő lassú és tökéletes előmelegítése.

Az égetés szempontjából igen érzékeny néhány kristályospalás képződésű mészkő. Ezek az erősen metamorf mészkövek égetéskor bizonyos változáson esnek át, aminek okai azok a szennyező anyagok, amelyek ezeknek a mészköveknek gyakori kísérői.

Különösen a le nem kötött — szabad — kovács támadja meg a mészt struktúráját és ezzel a szilárdságát és mechanikai ellenállását olyan mértékben, hogy a mész — főleg ha túl van égetve — finom homokos porrá esik szét. Valóban igazolódott, hogy a kvarc az előbb említetteknek megfelelően az égetési folyamat alatt különféle módosulatokon megy át, ezek a módosulatok pedig bizonyos hőmérsékleten kölesönösen és egy időben térfogatváltozást szenvednek.

Mészégetésnél a B kvarc már 575 °C°-on az A változatba megy át és végül 870 °C°-nál tridimitté alakul át. Különösen nagy a térfogatváltozás, amidőn a kvarc az A módozatból tridimitté alakul át, mert az 14% térfogatnövekedéssel jár.

Ezen kívül a mész állékonysága (összetartó-képessége) ezeknek a szennyeződéseknek következtében, amelyek kísérő anyagai a nyers mészkőnek, jelentősen megomlik. Az ilyen mész rendszerint már kis mechanikai behatásokra vagy szilárd mechanikai súrlódásra is erősen aprózódik és ezáltal a kemencében nagy ellenállást okoz az égéshez szükséges levegőjáratnak is, de az eltávozó gázoknak is. Aknakemencében végzett fűtési kísérletekkel igazolták, hogy a mésznek ez a szétesése, aprózódása, már a kalcináló zónában létrejön és — lejjebb süllyedvén — jelentősen folytatódik a hűtőzónában is.

Nem kedvező viselkedésű továbbá néhány olyan mészkő sem, amely égetés közben „levelesedik” és a tűzben szétesik. Nemesak a devon korú (Prerov) mészkövek ilyenek, hanem ilyen néhányfajta mészszipap is. Az iszapmészkövek előtt a kisebb hőfokon a mechanikailag kötött vizet adják le, majd magasabb hőfokon a fizikailag lekötött vizet és ugyanakkor össze is zsugorodnak (szilárdulnak).

X. A kemence hatásfoka

A kemence abszolút hatásfoka az adott kémiai összetételű mészkőből történő mész kiégetéséhez elméletileg szükséges hőnek az aránya a valóságban felhasznált hőhöz, azaz:

$$\text{hatásfok} = \frac{W}{A \cdot k} 100$$

W = a kihasznált — hasznos — hő,

A = a tüzelőanyag fűtőértéke,

k = a (tüzelésre) ráfordított tüzelőanyag súlya.

Az ideális kemencének, azaz egy olyan kemencének a hatásfoka, amely valamennyi, a kemencébe bevezetett hő munká elvégzésére (a kalciumkarbonát felbontására) használná fel és amelynél a füstgázok 0°C -ra lehűtve távoznának és a mész hőmérséklete, de a levegő hőmérséklete is 0°C lenne, 100% -os volna.

Egy jól tömitett és rendszeren kiszolgált körkemence hatásfokának legalább 60% -osnak kell lennie.

A hővesztésnek nem szabad a 40% -ot meghaladnia.

A tüzelőanyag szükségletét egyrészt a kémiai összetétel, másrészt a kemence hatásfoka adja. A példaként ismertett hőegyenlegünkben a 100 kg mészre felhasznált tüzelőanyag összes melege $87\,500\text{ Kcal}$. A kemence hatásfoka $83,38\%$, ami azt jelenti, hogy a hatásfok nagyon kedvező.

A mészégető körkemencék hatásfoka ennél sokkal kedvezőtlenebb és egy jó körkemence hatásfoka kb. 60% . Ezt a fenti hatásfokot véve alapul a mészkő százalékos CaCO_3 tartalmától az égetéshez az alábbi hőmennyiségekre van szükség:

75% CaCO_3 -nál	79 164 Kcal kell 100 kg mészhez
80% CaCO_3 -nál	88 541 Kcal kell 100 kg mészhez
90% CaCO_3 -nál	106 250 Kcal kell 100 kg mészhez
95% CaCO_3 -nál	115 664 Kcal kell 100 kg mészhez
98% CaCO_3 -nál	122 200 Kcal kell 100 kg mészhez

Dél-Csehországban néhány mészégető körkemence fajlagos hőfogyasztása $120\,000\text{ Kcal/a}$ körül mozog és ezért $97\text{--}98\%$ -os CaCO_3 -tartalom mellett ezeknek a kemencéknek a hatásfoka eléri a 61% -ot, ami — meg kell vallanunk — ugyan- csak kedvező eredmény körkemencénél.

A mésziparban mindinkább felhagynak a körkemencék üzemeltetésével, tekintettel arra, hogy az üzemeltetés munkafolyamatát nem lehet teljesen gépesíteni. A jövő az önműködő aknakemencéké, amelyeknek kezelésénél a dolgozó megsza- badul a nehéz, fárásztó fizikai munkától és azok- tól a kedvezőtlen körülményektől, amelyek a kör- kemence jellemzői. Olyan irányzat alakult ki, amely mellőzi a mammut aknakemencéket és olyan optimális teljesítményű egységek felépíté- sére törekszik (4. és 5. ábra), amelyeknél mind a mészhúzás, mind a mészkőadagolás teljesen ön- működően történik és a munkafolyamat kölcsö- nösen össze van hangolva.

A kemence-tervezők, kivitelezők, korszerű, tökéletes légzárású kemencéket szerkesztenek, ille- tőleg építenek és a teljesítmény kezessége mellett vállalják a füstgázok 41% CO_2 tartalmát is. Ezzel adva van a jó mészégetés gazdaságosságának záloga és a kemence egyidejű kedvező hőkihasz- nálása is.

Loomisov legújabb rendszerű kemencéje örölt mészporral dolgozik; a mészpor kalcinálását úgy oldja meg, hogy örvénylő mészport ellenáramban vezet át a füstgázokon.

XI. Az égetési hőfok hatása a mész tulajdonságaira

A karbonátbontás a mészgyártásnak leg- fontosabb és legköltségesebb gyártási szakasza. Ezenkívül elsősorban a tűztérhőfok határozza meg a kemencéből kikerülő gyártmány minőségét.

Ha nagyobb hőfokon égetünk, mint amilyen a kalciumkarbonát tökéletes szétbontásához az üzemszerű égetési időtartam alapján szükséges, akkor túlégetett meszet kapunk. Ez lassan oltó- dik. Viszont elégtelen hőfokkal történő égetéskor tökéletlenül égetett meszet kapunk, a mész köze- pen ki nem égetett kőmag marad vissza.

Ing. Dr. Matejka József professzor, „Külön- böző nagyobb hőfokokon égetett meszek tulaj- donságai” című munkájában* részletesen kifejt- tette, hogy a meszek tulajdonságai nemesak ki- zárólag a mészkövek tulajdonságaitól függnek, amelyekből ki lettek égetve, hanem nagyon sok más körülménytől is, amelyek közül — mint említettük — legnagyobb jelentőségű a hőfok nagysága, az égetés ideje és a tüzelési mód.

Az eredmények azt mutatják, hogy a hőfok nagyságától függően nemesak a mész szaporasága (kiadósága) változik, hanem az oltódás készségé- nek kezdete, az oltás folyamata, továbbá a nem oltódó maradék mennyisége és minősége is.

A legújabb kutató munkák (Jander W. és Hedwall J. A.) ezeket a kérdéseket szilárd fázisban

* STAVIVO 1923. évf. 165—190. oldal.

lejártszódó reakció eredményeként beálló szerkezeti változásokkal és a CaCO_3 szemcséknek nagyobb hőmérsékleten — 1400—1500 °C körül — bekövetkező meglágyulásával magyarázzák. Különösen érzékenyek ilyen vonatkozásban a dolomitos meszek. Ezeknek — nagyobb hőmérsékleten égetve — a vízzel szembeni reaktivitásában oltáskor gyors csökkenés áll be. Ezért szükséges különös gonddal ellenőrizni a dolomitos meszek égetésénél a hőfokot.*

Normális égetési hőmérséklet mellett a CO_2 kiválása után egy molekulaváz képződik CaO -molekula egyedekből. Nagyobb hőmérsékleten azoknál a mészköveknél, amelyek hidraulikusan meszet adnak, a molekulák közeledése indul meg, majd a CaO egyedek eltűnnek mészsilikát képződése mellett.

A fehér, likacsos mész égetését AZBE inkább kisebb hőmérsékleten ajánlja, mint nagyobb hőmérsékleten.

P. P. Budnikov és *L. Gullinová* alapos tanulmányt végeztek arról, hogy a mész struktúrájára milyen befolyást gyakorol a nagyobb hőmérséklet.

A szialitos anyagokat tartalmazó mészkövek kiégetési hőfokát a nyersanyagban lévő CaCO_3 -tartalom adja meg. A százalékos CaCO_3 -tartalom szerint mészhidrátot nyerünk, mely vízben gyengén oldódik (ezek a meszek gyengén és közepesen hidraulikusak), vagy egyáltalában nem oldódnak vízben. (Ezek a meszek erősen hidraulikusak.)

* Lásd *Matejka* stúdiumát a szlovákiai dolomitos meszekről. STAVIVO A KERAMIKA, 1952. évf. 12. sz.

A közepesen és az erősen hidraulikus meszek kisebb hőmérsékleten kiégetve, gyorsan kezdenek szilárdulni (keményedni). Az északesehországi meszek Vicata szerint 5—8 mp múlva, míg nagyobb hőmérsékleten történő kiégetéskor a szilárdulás kezdete valamivel meghosszabbodik, a szemcsék meglágyultsága és a sűrű csapadék képződés következtében. A gyors kezdő szilárdulás megakadályozza a mészhidrátok és habarcsok aránylag kedvező szilárdságának teljes kihasználását.

Az egyes kemencékre (kemencefajtákra) vonatkozó hőtanulmányok nagyon bonyolultak. Ez annál inkább nyilvánvaló, ha még fontolóra vesszük, hogy szükséges lenne a tüzelőanyag részecskék égési folyamatát is követni az égés különböző hőfokain, tekintetbe véve, hogy magában a kemencében is állandóan változnak a hőviszonyok. Ehhez járul a sokféle műszer és mérési módszer szükségessége a hőviszonyok ellenőrzése céljából.

Mindamellettt állandóan folynak a mészégető kemencék fölépítésére és üzemeltetésére vonatkozó kutatások azzal a célkitűzéssel, hogy a legjobb tüzeléstechnikai hatások és hogy kalorikusan az üzemeltetés gépesítése mellett egyenletesen kiégetett terméket nyerjenek.

Látjuk, hogy a legutóbbi évtizedben a mészégető kemencék hatásfoka nagyon feljavult. Míg azelőtt a 35—40%-os hatásfokot megfelelőnek tartották, ma már sokkal kedvezőbb eredményekkel találkozunk.

A kemencék hőegyenlegének összeállítása és kielemezése további jelentős hőgazdálkodási lehetőségeket nyújt a mészégetésnél.

Megemlékezés Dr. Schafarzik Ferenc 50 évvel ezelőtt megjelent kőbányászati könyvéről

Az „Építőanyag“ májusi száma megemlékezett Dr. Schafarzik Ferencről, a magyar gyakorlati geológia és gyakorlati közettan megalapítójáról születésének 100 éves és Magyarország kőbányáit ismertető műve megjelenésének 50 éves évfordulója alkalmából.

Dr. Schafarzik Ferenc rendkívül gazdag munkásságának egyik legkiemelkedőbb alkotása a magyarországi kőbányákról írott könyve, mely mind tartalmi, mind szerkesztési szempontból mindenképpen érdemes arra, hogy az építőanyagipar dolgozóival megismertessük.

1904 március havában, amikor a magyarországi kőbányászat még gyermekcipőben járt, a magyar Földtani Intézet Schafarzik szerkesztésében könyv formában kiadott egy 550 oldalas közleményt, mely rendkívül érdekes, s még ma is jól használható formában bocsátja minden érdeklődő szakember rendelkezésére Magyarország összes kőfejtőinek adatait.

A könyv 2515 kőfejtő adatait tartalmazza

rendkívül áttekinthető formában. Ha valaki tájékozódni kíván arról, hogy Magyarországon milyen fajta követ merre lehet találni, ma sem tud jobb útmutatót kapni.

A mű két főrészből áll, s minden bánya mindkét főrészében szerepel más szempontok szerinti csoportosításban. Ez a szerkezet lehetővé teszi, hogy minden adatot néhány másodperc alatt megtalálhassunk.

Az I. „Általános rész“ a kőfejtőkben előforduló kőzetek petrográfiai leírását tartalmazza és 35 fejezetből áll. Minden fejezet egy-egy kőfajta tárgyal, a mészkövektől és márványoktól kezdve különböző vulkanikus kőzeteken keresztül egészen a kavicsig és homokig, ismertetve annak színét alkotó ásványait, kémiai összetételét és fizikai tulajdonságait, szemeseffinomságát, keletkezésének idejét és módját, megdolgozhatóságát és felhasználási területét, felsorolva azokat a fontosabb építményeket, melyeket a szóbanforgó kőből építettek. Megemlíti azokat a vidékeket, ahol

a kőzet nagyobb mennyiségben előfordul. Általában kitűnő jellemzést ad mind geológiai, mind ipari szempontból.

A fejezet végén megyénként csoportosítva felsorolja azokat a községeket, melyeknek határában a tárgyalt kőzetet feltárták és bányásszák. Minden község neve mellett egy szám található.

Ha valaki arra kíváncsi, hogy valamely kőzet Magyarország mely vidékein fordul elő, az I. rész megfelelő fejezetének végén lévő felsorolásból néhány másodperc alatt megtudhatja. Ha ezen túlmenően azt is tudni kívánja, hogy a megadott vidéken előforduló és sorszámmal megjelölt kőfejtőkben a kőzet milyen válfaját milyen mennyiségben termelik, akkor ezeket az adatokat a könyv II. részében a megadott sorszám alatt minden különösebb keresés nélkül megtalálhatja.

A könyv II. része, az első világháború előtti Magyarország 63 vármegyéjének megfelelő 63 fejezetben ismerteti részletesen a 2515 kőfejtőt. Egy-egy fejezeten belül a megyében előforduló kőzetlelő helyek (községek) betűrendi sorrendben következnek egymás után, úgyhogy az, aki csak a község nevét ismeri, az is hamarosan megtalálja a bányát. Az I. résszel való összefüggést a folyamatos sorszámozás biztosítja, mert a megyei beosztáson és a betűrendi sorrenden kívül az összes kőfejtők folyamatos számsorban következnek egymás után.

A II. részben minden kőfejtőről 6—10 soros jellemzést találunk, mely megadja a kőzet pontos petrográfiai megnevezését, színárnyalatát és struktúráját, a bánya feltárásának időpontját, a tulajdonosnak és az üzemeltetőnek nevét, a kibányászott kő méretét és az évenként kitermelt mennyiséget, a kő felhasználási területét és a fontosabb épületeket, melyeket a bánya termékeiből építettek. Egyes helyeken utalást találunk a bánya felszerelésére, továbbá a szállító vonalaktól való távolságokra is. Megtudhatjuk pl., hogy a ma is működő sümegi bazaltbányában már 1904-ben 2 km hosszú kötélpályán szállították le a bánya anyagát a vasúti rakodóra, és a termelés évente kb. 18 000 tonna volt.

Az adatokat a Földtani Intézet a Földművelésügyi Minisztérium vármegyei hatósági szervezetein keresztül gyűjtötte össze. Minden bányából hatósági pecséttel ellátott mintát küldtek. Ma is elismeréssel kell adoznunk Schafarzik Ferencnek és munkatársainak, akik ezt az óriási mennyiségű kőzetmintát pontosan meghatározták, rendszerbe foglalták és az adat-tömeget áttekinthető formában rendelkezésünkre bocsátot-

ták. Rendkívül hosszúra nyúlna, ha mindazt a sok és érdekes adatot amit e könyv a ma is működő kőbányaüzemekre vonatkozólag tartalmaz csak vázlatosan is ismertetni kívánnánk, mégis befejezésül részben a könyv jellemzésére, részben pedig annak bemutatására, hogy 50 évvel ezelőtt milyen magas fokon volt a faragottkő termelés, példaképpen bemutatjuk, hogyan számol be a könyv a mai dunabogdányi kőbányaüzem elődjéről, a Csódi-hegyen lévő négy bányáról.

„1254. — Dunabogdány. (Pomázi járás.)

a) Kékes szürke és barnás sárga, közepes szemnagyságú gránát-biotit-andezit a magyar királyi erdőkincstár Csódi-hegyi bányájából. A kékes színű kőzet az 1860-ban megnyitott alsó, a sárgás színű az 1845-ben megnyitott felső kőfejtőkből származik, melyek 3 km-re délre vannak a községtől. A kibányászott kövek mérete 0,50—3,5 m³ között van és az évi termelés mennyisége 30 000—40 000 m³ terméskő, továbbá 5—600 000 db. kockakő. A terméskövet vízépítési munkákhoz használják.

b) Az előbbihez hasonló minőségű andesit a Csódi-hegy déli oldalán lévő kőfejtőből, mely 3,8 km-re délre fekszik a községtől. A bányát 1867-ben nyitotta a dunabogdányi Schmid és Stagel cég. Ebben a bányában évenként 800 000—1 000 000 kockakövet, járdaszegélykövet és járdafedkövet termelnek. A terméskövet a dunaszabályozási munkáknál, megtörve útépítésnél használják.

c) Az előbbivel azonos minőségű követ termelnek a Csódi-hegy keleti oldalán Wallenfeld Károly kőbányájában. A bérlő Wallenfeld Mihály. A kőbányát 1871-ben nyitották meg. A kibányászott szikladarabok 3-10-12 m³ nagyok. Ebből az anyagból főként kockakövet (évente átlag 1 000 000 darabot), járda szegélykövet és járdakövet termelnek. Terméskő formájában víz-szabályozáshoz, zúzottkő formájában útkavicsolásra használják.

d) Az előbbivel azonos követ termelnek Zeller József 1885-ben megnyitott bányájában a Csódi-hegy déli oldalán. A kőbányából évente átlag 15 000—20 000 db. kockakövet szállítanak. A követ ezenkívül felhasználják vízi építkezéseknél és útburkolatoknál.

A fenti rövid ismertetésből is látható, hogy milyen rendkívül alapos munkát végzett Schafarzik Ferenc, amikor megteremtette a magyar országi kőkataszter alapját és ez a munkája is tükrözi azt, hogy felismerte hazánk kőkincsének komoly gazdasági és kulturális jelentőségét.

Szénőrlő- és szárítórendszerek robbanásvédelme

VASADI FERENC

Hazai cementgyáraink fejlődése szükségessé tette a meglévő szénészárító- és őrlőberendezések korszerűsítését, valamint teljesítményük növelését. A szén előszárítására továbbiakban is forgó szárítódobokat alkalmaznak, az őrlésre és esetleg eközbeni végső szárításra légáramrendszerű őrlőberendezések létesültek.

A berendezésen belül mint őrlőgép golyósmalom, vagy Loesche görgős malom jöhet figyelembe. Mindkettőnek közös jellemzője, hogy az őrlőelemek között keletkező szénpor a gépen átszívott levegőárammal hordható ki, a levegő- és szénporkeverék zárt csőrendszerben, osztályozó- és porleválasztó készüléken halad át, ahol a por legnagyobb része a gázáramból kiválik. A tisztított levegő vagy az őrlőgépbe recirkulálható, vagy a szabadba kerül. A por- és léggeverék mozgatását a porleválasztó után a rendszerbe kapcsolt nagy nyomású ventilátor végzi.

Megemlítendő még, hogy újonnan építendő, nagyteljesítményű erőműveinknél is rövidesen beépítésre kerülnek légáramrendszerű szénőrlő golyósmalmok.

Nagy illóanyagtartalmú hazai barnaszeneink porát robbanásveszélyeseknek kell tekinteni, ennélfogva minden szénelőkészítő rendszer, melyben barnaszeneke feldolgozása folyik, robbanásveszélyes üzemű. A szénpor robbanásának bizonyos feltételei vannak. Még helyesen szerkesztett, az előírások szerint kellő gondossággal ellenőrzött és üzemeltetett és megfelelő védőberendezéssel ellátott szénőrlőberendezésnél is előfordulhatnak robbanások, viszont bizonyos időn keresztül felügyelet nélkül hagyott őrlőüzemben sem várhatók sorozatos robbanások, ha a feldolgozott szén fizikai tulajdonságai és különleges üzemeltetési viszonyok a robbanás keletkezését már eleve megnehezítik.

I. A szénpor robbanása

Nyugalmi állapotban raktározott barnaszénpor még erősebb gyújtóhatás esetén sem hajlamos robbanásra, mindössze viszonylag kis sebességű élénk lánggal ég. Levegőben örvénylő és lebegő szénpor már robbanásveszélyes keverék, mely gyújtás esetén a gázrobbanásoknak megfelelő nyomáshullámok előállítására is képes. Ebből a szempontból teljesen közömbös a környezet, a robbanás éppen úgy bekövetkezik zárt térben (légáramrendszerű zárt őrlőrendszer), mint a környezet nyitott helyiségekben.

Maga a robbanás a lebegő állapotban lévő por intenzív égéséből áll, mely a gyújtás kezdőpontjából nagy sebességgel terjed tovább, helyi nyomásemelkedés jelentkezik, ami a keletkező igen veszélyes széles lángfront mögött több hullám formájá-

ban ismétlődik és a poros helyiségben másodpercenként több ezer méter sebességgel halad. Zárt rendszerben súlyosabb az eset, a nyomásemelkedés általános lesz, és a rendszer leggyengébb részén rombolást okoz.

A keletkező nyomás elméleti számítások szerint — ha adiabatikus égést és az oxigén teljes elhasználását tételezzük fel — 8—10 atmoszféra lehet. Minthogy az elégés a zárt rendszeren belül mindig tökéletlen, a megfigyelések szerint robbanás esetén előálló maximális nyomás 2,5 atm-nál nem több.

Igen fontos megvizsgálni azokat a körülményeket, melyek a szénporrobbanás kifejlődését és intenzitását befolyásolják. Ezek a következők:

1. *A tüzelőanyag összetétele és fizikai sajátosságai.*
A különböző származású és fajtájú szenek finomra őrölt pora nem viselkedik egyformán robbanás szempontjából. Egyes szénfajták pora egyáltalán nem robban, másfajta viszont bármilyen levegő-szénporkeverék esetén veszélyes.

a) Ha a szénben az éghető tömegre számítva 10%-nál kevesebb az illóanyagtartalom, a por gyakorlatilag nem robbanhat és az őrlőberendezés üzemeltetése veszélytelen. Ugyanígy számítva, ha az illóanyagtartalom 25% vagy ennél nagyobb, a robbanási veszély igen nagymértékű lesz.

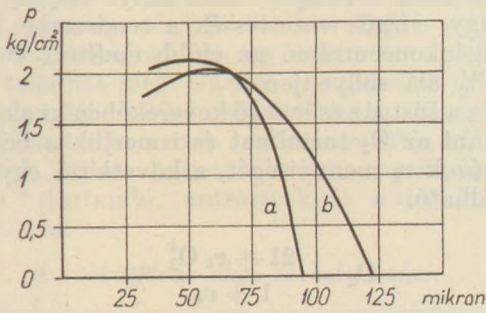
b) A hamutartalom a robbanóképesség szempontjából nem közömbös, egyébként azonos szénfajtánál a növekvő hamutartalom a robbanásveszélyt csökkenti.

c) A szénpor növekvő nedvességtartalma egyébként azonos körülmények között a robbanásveszélyt csökkenti. A szénelőkészítő rendszerekben a szenet tehát csak olyan mértékig szabad leszárítani, mely még biztosítja a zavartalan finomőrlést, a megkívánt elégési viszonyokat és lehetlenné teszi a tárolóbunkerekbe való betapadást.

d) Nagy jelentősége van a por őrlési finomságának és szemcsekarakterisztikájának. Természetes dolog, hogy mennél kisebb a szemese mérete, annál nagyobb a por robbanóképessége. Nagyobb őrlési finomság esetén nagyobb a reakcióban részt vevő felület és kisebb hőmennyiség szükséges a gyulladási hőmérsékletre való hevítéshez. Végeztek ugyan kísérletet különféle szemcseméretű szénporokkal annak megállapítására, hogy mi az a legkisebb szemcseméret, mely még egyáltalán robbanhat, ennek azonban nincs gyakorlati jelentősége, mert szénporőrleményekben mindig találhatóak tekintélyes mennyiségben a kapott határértéknél kisebb szemcsék is.

Úgy találták, hogy közepes illóanyagtartalmú barnaszénél 100—125 mikron fölötti porszemcsék nem robbannak, nagy illóanyagtartalomnál ez

150 μ -ra is nőhet. Kétféle szénfajta robbanási nyomásának alakulása különféle szemcseméreték függvényében az (1) ábrán látható. Az „a” jelű görbe 20% hamu és 43% illórézst tartalmú, a „b” jelű görbe 30% hamu és 40% illórézst tartalmú barnaszén.



1. ábra. A robbanás maximális nyomása a szénpor-szemcsék méretének függvényében. Gyulladási hőmérséklet: 920 C°

Egy másik kísérletnél különböző őrlési finomságú, egyébként azonos szenek robbanási viszonyait vizsgálták robbanóanyaggal történő gyújtással és az alábbi megfigyelést tették:

- R = 22% a DIN 5800 M/cm² szitán: igen erős robbanás
- R = 28% a DIN 5800 M/cm² szitán: közepes robbanás, 20 m hosszú láng
- R = 45% a DIN 5800 M/cm² szitán: gyenge robbanás, 17 m hosszú láng
- R = 71% a DIN 5800 M/cm² szitán: csak 12 m hosszú láng képződik.

A por nedvességtartalma 11% volt.

2. A levegőben elosztott szénpor mennyisége (porkoncentráció). A levegő állapotban lévő szénpor csak a por és levegő két határkoncentrációja közötti érték esetén robban. Teljesen egységes a kutatók véleménye abban, hogy a robbanás szempontjából legveszélyesebb porkoncentráció $\mu = 0,3-0,6 \text{ kg/m}^3$ között adódik. Ez annál is inkább figyelemreméltó, mert pontosan ilyen porkoncentráció mellett dolgoznak a légáramrendszerű golyósmalmok. A por és levegő keverék $\mu = 0,3$ érték alatt és $\mu = 0,6$ felett is robban, a keletkező nyomás azonban mindkét irányban — a kisebb koncentrációk felé erősebben — csökken. Külföldi kutatók számtalan kísérlettel próbálták meghatározni azt a minimális porkoncentrációt, amelynél robbanások már nem tapasztalhatók, ugyanakkor vizsgálták a felső robbanási határt is.

Az alsó- és felső határértékre nézve a vélemények már eléggé különbözők, nagy eltérések tapasztalhatók különböző szénfajtáknál és különböző őrlési finomságoknál. Középnémet brikettszénnel végzett laboratóriumi kísérletek a következő eredményt adták:

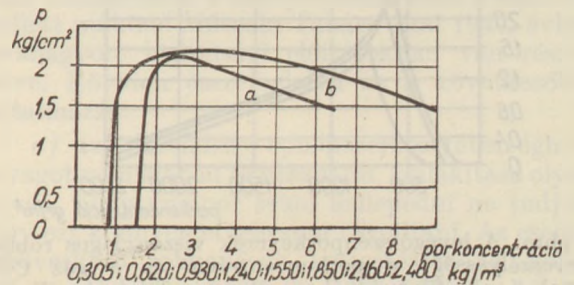
a por őrlési finomsága 11 000 M/cm²-nek megfelelő, nedvessége: 1% alatt volt. A kísérleti edényben a megfelelő koncentrációra beállított levegő-

és szénporkeverék meggyújtása elektromos szikrával történt. A keletkező hőmérsékletet millivoltmérővel vizsgálták.

- $\mu = 1292 \text{ g/m}^3$: nincs robbanás, kis lángképződés = 6 mV
- $\mu = 1044 \text{ g/m}^3$: kis robbanás, hosszú láng = 11,5 mV
- $\mu = 746 \text{ g/m}^3$: erős robbanás, villanásszerű láng = 11,5 mV
- $\mu = 597 \text{ g/m}^3$: rendkívül heves robbanás = 13,5 mV
- $\mu = 447 \text{ g/m}^3$: erős robbanás, villanásszerű láng = 11 mV
- $\mu = 298 \text{ g/m}^3$: kis robbanás kis lánggal = 3,5 mV

Ennél a szénél az alsó határ 300 g/m³, a felső: 1500 g/m³ körül fekszik, a robbanási maximum 600 g/m³ értéknél volt.

A 2. ábrán kétféle szén porának robbanásánál kifejlődő nyomás van feltüntetve a porkoncentráció függvényében. Az „a” görbe 20% hamu és 43% illótartalmú, a „b” görbe 30% hamu és 40% illótartalmú szénre vonatkozik.



2. ábra. A szénpor robbanásánál keletkező nyomás a porkoncentráció függvényében. Gyulladási hőmérséklet 920 C°, szemcseméret 67 mikron, nedvességtartalom 1,5%/o

Fiatalkorú, rothadó és nagy illóanyag-tartalmú barnaszénknél már $\mu = 18-22 \text{ g/m}^3$ koncentrációnál is robbanások voltak észlelhetők, viszont egyes porfajtáknál $\mu = 2000 \text{ g/m}^3$ koncentráció sem volt veszélytelen.

A porkoncentrációra vonatkozólag összefoglalóan a következőket mondhatjuk:

$\mu = 0,018$ és $0,1 \text{ kg/m}^3$ közötti porkoncentráció esetén csak kivételesen várható robbanás és a keletkező nyomás is kicsi lesz.

$\mu = 0,1$ és $0,3 \text{ kg/m}^3$ közötti koncentrációnál a por bármikor robbanhat, mérsékelt nyomás-emelkedés mellett.

$\mu = 0,3$ és 1 kg/m^3 érték között várhatóak a leghevesebb robbanások, különösen veszélyes a $\mu = 0,6 \text{ kg/m}^3$ porkoncentráció.

Az egységénél nagyobb koncentrációk kevésbé intenzív robbanást szolgáltatnak, de kb. $\mu = 1,8 \text{ kg/m}^3$ értékig a keletkező nyomás nagysága még kiszámíthatatlan.

3. A vízgőz és közömbös gázok elegyrészeinek befolyása a szénpor robbanásveszélyére.

Minthogy az őrlőberendezéseken belül a porkoncentráció, a szén őrlési finomsága, nedvessége,

valamint fizikai tulajdonságai és kémiai összetétele adott a robbanásveszély elhárítása szempontjából legfontosabb a szállítólevegőben foglalt semleges gázok és vízgőz mennyiségének fokozása, azaz védőgáz alatti őrlés kialakítása. Igen sok kísérlet kimutatta, hogy ha a rendszerben közömbös gázok folytán az oxigénkoncentráció 15–16%-ra csökken, a robbanásveszély elhárul. Nagy illóanyagtartalmú barnaszénél, ha a levegőhöz 30% CO₂ gázt kevertek, az elegy szabad O₂ tartalma 16,2%-ra csökkent és a robbanások teljesen megszűntek. Számítással bemutatva:

$$N_2 = 0,79 \text{ m}^3$$

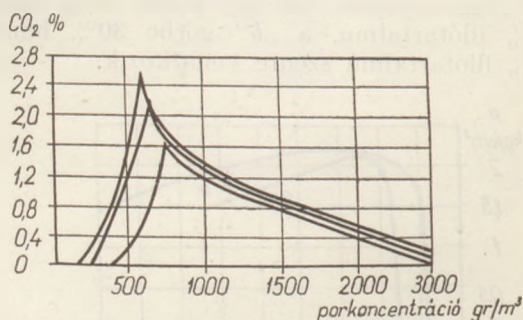
$$O_2 = 0,21 \text{ m}^3$$

$$CO_2 = 0,30 \text{ m}^3$$

1,3 m³, amiből a szabad

$$O_2 = \frac{0,21 \cdot 100}{1,3} = 16,2\%$$

A 3. ábrán látható diagramm háromféle szén esetén mutatja a szénpor viszonylagos robbanási veszélyét különböző porkoncentrációknál a levegő százalékos CO₂ tartalma függvényében.



3. ábra. A levegő-szénporkeverék viszonylagos robbanásveszélyessége a porkoncentráció és a gáz CO₂-tartalmának függvényében. Szemcsefinomság R₇₀ = 25%, nedvességtartalom 1. görbénél 4,7%, 2. görbénél 7,4%, 3. görbénél 16,4%

Az ábrából megállapítható, hogy pl. 1000 g/m³ porkoncentráció esetén, ha többféle CO₂ tartalmú gázt vizsgálunk, a legveszélyesebb robbanás a megadott nedvességtartalom és a közölt őrlési finomság mellett 1,4% értéknél következett be. 600 g/m³ porkoncentrációnál ugyanúgy vizsgálva, a szénpor többféle CO₂ tartalmú gázban történő viselkedését, a veszélyes robbanási érték 2,6% CO₂ tartalomnál adódott.

Egyébként a diagrammokról is megállapítható a $\mu = 0,6$ – $0,7$ g/m³ érték, mint legveszélyesebb koncentráció.

Több kísérletnél, melyet többféle külföldi szénrel végeztek, adódtak olyan eredmények, melyek azt mutatták, hogy ha a por-légkeverékben a CO₂ mennyisége 3,2%-nál nagyobb, vagyis az oxigéntartalom 17,3%-ra csökken, még erős tűzforrás esetén sincs gyulladás.

Ezek szerint a gázokban foglalt oxigénmennyiség határozza meg a rendszer robbanásveszélyét. E szempontból jellemző, hogy nedves tüzelőanyagok magas hőmérsékletű füstgázokkal eszközölt szárítása a rendszert kevésbé teszi robbanásveszélyessé, mint ugyane tüzelőanyagok alacsonyabb hőmérsékletű levegővel végzett szári-

tása. Ez a füstgázokban foglalt nagy nedvesség-százaléknak tudható be az első esetben. Az oxigén koncentrációját csökkentő vízgőzök a berendezés biztonságos munkáját fokozzák.

Szénőrlő berendezések üzemeltetésénél minden esetben törekedni kell arra, hogy az őrlés védőgáz alatt történjen, azaz annyi CO₂, N₂ füstgáz vagy vízgőz vezetessék a rendszerbe, hogy az oxigénkoncentráció az előbb említett 16 térfogat % alá süllyedjen.

Ha a füstgáz és levegő keverékében ki akarjuk számítani az O₂ tartalmat és ismerjük a bekeveredő gázok v_k mennyiségét, a következő egyenlet használható:

$$O_2 = \frac{21 + v_k O_2^k}{1 + v_k} \%$$

ahol:

O₂ = a füstgáz és levegőkeverék eredő oxigéntartalma %,

v_k = a bekevert közömbös gázok térfogata Nm³,

O₂^k = a bekevert közömbös gázok oxigéntartalma %.

Ha a füstgáz és levegőkeverék CO₂ koncentrációja keresett és ismert a gázban eredetileg lévő CO₂ és a keveredő gáz térfogata, az alábbi módon számolhatunk:

$$CO_2 = \frac{v_k \cdot CO_2^k}{1 + v_k} \%$$

itt: CO₂ = a füstgáz és levegőkeverék eredő szén-savtartalma %,

CO₂^k = a keveredő száraz füstgáz (v_k) szén-savtartalma %.

A szén szárítása közben a gázok O₂ tartalma (a rendszer végén) a diffundált vízgőzök következtében csökken. Ha a szárítóközegben lévő szén koncentrációja = μ , a kezdeti és végső nedvességtartalom W_1 és W_2 , akkor az 1 m³ szárító-gázra eső elpárologatandó nedvesség lesz:

$$\Delta W = \mu \left(\frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} \right) \frac{\gamma_g}{\gamma_v}$$

az egyenletben:

ΔW = az 1 Nm³ szárító-gázra eső, a szénből elpárologtatható vízmennyiség Nm³/Nm³,

μ = szénkoncentráció a szárító-gázban kg/kg,

W_1 = a szén kezdeti nedvességtartalma, %,

W_2 = a szén végső nedvességtartalma, %,

γ_g = a szárító-gáz fajsúlya, kg/Nm³ (1,293),

γ_v = a szénből elpárologatott vízgőz fajsúlya, kg/Nm³ (0,805),

Ilyen mennyiségű vízgőz hozzáadása a gázhoz, annak O₂ és CO₂ koncentrációját az alábbi értékre csökkenti:

$$O_2 = \frac{21}{1 + \Delta W} \text{ és}$$

$$CO_2 = \frac{CO_2^k}{1 + \Delta W}$$

Megjegyzendő, hogy az a nedvességtartalom, amely mellett a levegő oxigéntartalma 15—16%-ot tesz ki, 1 kg száraz levegőre számítva 200 g vízgőznek felel meg.

4. A szénpor és levegőkeverék robbanását befolyásoló egyéb tényezők:

Légáramú szénőrlő rendszereknél a port szállító levegő hőmérséklete egy meghatározott értéket nem haladhat meg. Gázdús barnaszének őrlésénél a malomból kilépő szárítóközeg maximálisan 70 °C lehet. Ha a szén nedvessége 25%-nál több, a hőfok 80°-ra nőhet. Sovány szeneknél max. 100 °C tartandó, antracitoknál a hőfok nincs korlátozva.

5. A robbanások okai és keletkezése

Annak dacára, hogy a robbanóképes levegő-szénporkeverék több tényező összekapcsolódásakor jöhet csak létre, az őrlőberendezéseink működése közben előforduló robbanásokat teljesen kiküszöbölni nem lehet. Ez azzal magyarázható, hogy a rendszeren belüli robbanások keletkezésének legkedvezőbb feltételei éppen azok, amelyek mellett a szénőrlőberendezés dolgozik. (Nagyfinomságú, levegőben örvénylő száraz szénpor, 70° C gázhőfok, $\mu = 0,5—0,6$ kg/m³ porkoncentráció.)

A zárt rendszerben a szénpor rendszeren öngyulladás következtében ég és csak egészen ritka esetben gyújt idegen hőforrás, mint szikra, sugárzó hő, súrlódási hő. Az égés, lobbanás és robbanás tulajdonképpen egyforma oxidálási reakció, időbeli lefolyásuk azonban már nagy mértékben különbözik. A szénporból felhevülésekor gáznemű termékek távoznak el, melyek a környező oxigéntartalmú gáz folytán meggyulladva, magának a szénporoknak robbanását okozzák.

A szénőrlő berendezésekben a robbanás rendszerint azonos módon folyik le. A porvezeték valamely rosszul szerkesztett helyén (könyökökben, vízszintes csőszakaszokon) szénpor rakódik le. Könnyen előfordul, hogy a lerakódott por a meleg gázárammal hosszú időn át érintkezve, oxidáció folytán önmagától meggyullad, ezen égő góc elérve bizonyos környezeti hőmérsékletet, meggyújtja a körülötte áramló gázban lévő szénport. Az égési hullám igen nagy sebességgel, a láncreakció törvénye szerint egymást követőleg kiterjed a rendszer egyes készülékeire, majd teljes térfogatára, a nyomás hirtelen felemelkedése mellett bekövetkezik a robbanás. Minden esetben robban a rendszer, ha izzó gócotak levegő jelenlétében fellátnak.

A robbanás rendszerint a malomrendszer indításakor és leállításakor következik be.

Ha a szénadagolás lecsökken, vagy megakad, a malomban lévő por túlfinomra őrlődik, túlszárad, a szállítólevegő és por hőmérséklete erősen megnő és beáll valamely ponton egy öngyulladás. (Egyes barnaszénporok már 160 °C hőfoknál meggyulladnak.) Az anyagkimaradás következtében megszűnik a semleges vízgőz bevittele a szénrel.

Az őrlőberendezés biztonsága megkívánja,

hogy a légáramú golyósmalom teljes szárítási kapacitását lehetőleg használjuk ki, különálló szárítóberendezésre csak akkor vigyük a szent, ha annak nedvessége a malomban történő szárítást nem engedi meg. Biztonsági szempontból előnyben kell részesíteni azokat a szénelőkészítő rendszereket, melyeknél a golyósmalom előtt közvetlenül elhelyezett és azzal áramlásilag összeépített előszárító berendezés végzi a szén felületi durva szárítását, a mélyreható finomszárítás a malomban történik. Ennél az elrendezésnél a szénből elpárologtatott összes vízgőz áthalad a légáramú rendszeren és biztosítja a védőgáz jellegét.

Rendkívül fontos a robbanásveszély csökkentése szempontjából a rendszer jó tömítettsége, mert a hamislevégő beszívás növeli a védőgázban az oxigénkoncentrációt.

II. Szénőrlőberendezésekre vonatkozó robbanásvédelmi előírások

Magyar biztonsági előírások ez idő szerint nincsenek, így az érvényben lévő szovjet szabályzat főbb szempontjait ismertetjük.

A légáramú őrlőberendezések tervezésénél, kivitelezésénél és üzemeltetésénél figyelembe vendő szempontok a szovjet elektromos erőművek mellett működő Műszaki Tanács által 1947. évben jóváhagyott biztonsági előírásokban van részletezve. Röviden összefoglalva ez a következőket tartalmazza:

a) az őrlőrendszer épületszerkezetében éghető anyagot nem szabad felhasználni, kialakítása olyan legyen, hogy szénpor sehol leülepedni ne tudjon, vagy ezt könnyen el lehessen távolítani. Az esetleg bekövetkező robbanások levezetésére az épület falán megfelelő nyílások és előírt felületen közönséges gépüvegezés készítenő, drótbetétes vagy különleges vastag üveget alkalmazni nem szabad. Állandó szellőztetéséről és világításáról gondoskodni kell.

b) A rendszerben lévő bunkerek kívül szigeteltek, belül teljesen simák legyenek, a szénpor megrekedésére és feltapadására alkalmas élek és sarkok ne legyenek. Nyílások minimális számban és légmentesen zárható fedéllel készítenők. Felszerelendő elektromos távhőmérő és bunker telítettségjelző műszer. A porral együtt belépő levegőt és vízpárát el kell szívni.

c) A csővezetékek kialakításánál kerülni kell a vízszintes szakaszokat, általában meg kell akadályozni a porlerakódást. Sem érdesség, sem kiálló részek a rendszer teljes hosszában ne legyenek. Olyan por-, vagy légvezetéseket építeni, melyek két, vagy több légáramú őrlőrendszert kötnek össze, nem szabad. Az őrlőrendszernek a malomtól a ventilátorig terjedő részét hőszigeteléssel kell ellátni. Minden elem, tisztítónyílás és csökötés légmentesen zárt legyen. Az egész porlőkészítő rendszer 1,5 atm. nyomásra legyen szilárdságilag méretezve, az így kapott falvastagsághoz még a kopás szempontjából szükséges megvastagítás külön járul. A szárító-őrlőberendezések lekapcsolására a meleg levegő vezetéken kettős tolózár

alkalmazandó, a kettő között a gáz a szabadba tudjon távozni.

d) A malom utáni gázhőmérséklettel már foglalkoztunk, ez a fokozott biztonság elérése céljából általában 70 C°-nál nagyobb nem lehet. Ennek ellenőrzésére és szabályozására automatikus működésű hőmérőberendezés építendő be. A malom előtt hideglevegő bebocsátó szelep létesítendő, melynek segítségével a szárítóközeg hőmérséklet finoman beszabályozható. A szelephez tartozó zárt szívóvezeték az épületen kívül a szabadba vezetendő. A rendszer minden készülékéhez felszerelendő ellenőrző mérőműszerek; a szabályozó elemek egy központi helyről irányíthatók legyenek.

e) A szénőrlő-berendezés ellátandó robbanó szerelvényekkel — biztosító szelepekkel — melyeken keresztül a puffanások és robbanások levezetődnek. Ezek összkeresztmetszete m²-ben a porbunker nélküli rendszer m³-ben mért térfogatának 4%-át érje el. Felszerelésük a következő helyeken szükséges:

porbunkerek, legalább 0,5 m² felülettel;

csővezetékeken, a szelvény 75%-át kitevő felülettel; leválasztó ciklonon, a ciklon térfogatának 5%-át kitevő felülettel;

szélesztályozón, térfogatának 4%-át meghaladó felülettel; a légáramú malom tüzelőkemen-céjén, ezek összfelülete 0,2 m² legyen.

A robbanószelepek leginkább súly- vagy rúgóterhelésű csapófedelek, csővezetékeken vékony lemezből, vagy dróthálóra fektetett azbeszt-lemezből kialakított ú. n. szakadó szelepek használhatók. Elhelyezésük olyan legyen, hogy a robbanásnál kiáramló égő por a kezelőszemélyzetet ne veszélyeztesse. Nem szabad a rendszer elemeit mozgó por-levegőkeverék mellett kinyitni.

f) A berendezésen belül kezelésre, tisztításra megfelelő helyet kell biztosítani. A teljes őrlőrendszer különös gonddal földelendő. Az áthaladó gáz- és gőzesőveket szigetelni kell. A beépített villamos berendezés és kábelhálózat robbanásbiztos kivitelű legyen. A helyiségben dohányozni, nyílt lángot használni nem szabad. Hegesztés csak a előírt biztonsági intézkedések végrehajtása után végezhető. Ez lényegileg abból áll, hogy a hegesztendő alkatrészeket és a hegesztő munkahelyet teljesen és gondosan portalanítani kell, lehetlenné kell tenni, hogy fekvő porhalmokba reve, vagy — elektromos hegesztés esetén — szikra kerüljön. Az összeszerelt rendszeren, különösen annak üzemén kívül álló alkatrészein, hegesztést végezni nem szabad. Általában csak olyan nehéz és nagyterjedelmű alkatrészek hegesztése történjen az őrlőhelyészen belül, melyek kiszállítása nehézségekbe ütközik. A kezelőszemélyzetnek a helyiségből való gyors kijutását biztosítani kell. A berendezés méreteinek megfelelő tűzoltóberendezés felszerelendő.

g) Robbanásveszélyes, újonnan létesített légáramú szénőrlőberendezést csak olyan személy helyezheti üzembe és irányíthatja, akinek ezzel kapcsolatban már tapasztalata van. A berendezés

segéd személyzetének a biztonsági szabályzatot ismerni kell.

Külön foglalkozik a szabályzat az erőművi kazánházban elhelyezett szénőrlőberendezés indításával és leállításával, az üzem ellenőrzésével, valamint az időszakos vizsgálatokkal és javítással, továbbá általános szabályokat tartalmaz az üzemeltetésre vonatkozólag.

Szükséges hangsúlyozni, hogy az idézett szabályzat kifejezetten nagyteljesítményű erőművek kazánházaiban felállított szénőrlőberendezésekre vonatkozik, ahol sok esetben a malom ú. n. közvetlen befúvású rendszerrel dolgozik, tehát közvetlenül összeköttetésben áll a kazán tűzterével.

1. Légáramrendszerű szénőrlő golyósmalmok robbanásvédelme

A sorbakapcsolt készülékekből (malom, szélesztályozó, ciklon, ventilátor) álló zárt rendszeren belül depressziós anyagszállítás folyik. Ha a ventilátor után a keringő levegő egy hányadát elszívjuk és ugyanakkor biztosítjuk a malom előtt ugyanannyi meleg gáz bejutási lehetőségét, az őrlés közben szárítás is végezhető.

A porkoncentráció és közeghőmérséklet (szárítóüzemnél) a rendszer egyes pontjain a következőképpen alakul:

a malom és szélesztályozó közötti anyagkörfolyamra való tekintettel a malom utáni felszálló csőszakaszon a koncentráció $\mu = 1250-1350 \text{ g/m}^3$, a közeghőmérséklet 70 C°;

a szélesztályozó és leválasztó ciklon között $\mu = 400-500 \text{ g/m}^3$ értékű, a gázhőmérséklet kb. 65 C°;

a ciklon-ventilátor-golyósmalom belépő csonkjá közötti szakaszon a ciklonhatásfoktól függő porkoncentráció alakul ki, ez $\mu = 5-15 \text{ g/m}^3$ értékre becsülhető, a közeghőfok kb. 60 C°;

golyósmalmon belül a koncentráció az el nem távozó lebegő porrészecskék miatt normális üzemben $\mu = 1500-2200 \text{ g/m}^3$, a belépő szárítógáz hőmérséklete az őrlőtér hosszának első harmadában meredeken esik, majd a kilépő csonk felé már lassabban csökken.

Látható, hogy robbanás szempontjából a rendszer legveszélyesebb részei a szélesztályozó, a ciklon és a kettő közötti csővezeték. Az őrlőberendezés üzemének robbanásvédelme az előbbieken említett szabályzaton kívül a következők szerint biztosítható, ill. fokozható:

a) Az őrlési technológia kialakításánál gondosan mérlegelendő az elérni kívánt őrlési finomság, a szükségtelenül nagy porfinomság a felesleges erőfogyasztáson túl fokozza a robbanásveszélyt. Ugyanez vonatkozik a por maradó nedvességtartalmának megállapítására is.

b) A berendezés és az ezt magában foglaló épület feleljen meg mindazon követelményeknek, melyek az előbbieken ismertetett biztonsági szabályzatban rögzítve vannak (robbanószelepek, lerakódott szénpor eltávolítás stb.).

c) Minthogy teljes védőgáz (CO_2 , N_2) alatti őrlés gyakorlatilag nem valósítható meg, tervezésnél törekedni kell arra, hogy a rendszer szárítási kapacitása minél nagyobb mértékben kihasználásra kerüljön, a keletkező vízgőzök révén az oxigén koncentráció 16% alá csökkenhet.

d) A berendezés kellő mértékben műszerezett legyen, az összes fojtócsappantyúk, elektromotorok egy központi helyről kezelhetők, ill. beállíthatók legyenek. A malom utáni gázhőmérséklet a füstgázbevezetést automatikusan szabályozza oly módon, hogy a normális üzemi hőmérséklet felemelkedése esetén — ha beavatkozás nem történik — fékmágnes, vagy egyéb szerkezetek segítségével a füstgázvezeték tolattyúját lezárja. Ezen túl kívánatos még többirányú automatika, feltétlenül szükséges a beépített elektromotorok egymáshoz képest való reteszelése.

e) A golyósmalom a névlegesnél lényegesen kisebb teljesítménnyel lehetőleg ne üzemeljen. Ez egyrészt a fajlagos őrlési teljesítményt rontja, másrészt elkerülhetetlenné teszi a túlőrlést, ami csökkenti a rendszer biztonságát.

f) Az őrlőrendszer leállítása és újraindítása minél kevesebbszer történjen, a technológia kialakításánál heti 7 napon át 3 műszakos üzemet kell figyelembe venni. Az ennek megfelelő portárolási kapacitást kell betervezni.

g) Újonnan létesített őrlőberendezésnél bármilyen gondosan történt is a kivitelezés, üzembehelyezés után a páncélhézagokban és a csővezetékek mentén elkerülhetetlen bizonyos mértékű szénpor lerakódás. Ennek megakadályozására célszerű a szén feladása előtt néhány órán keresztül száraz mészkövet őrlölni, a semleges por a rendszer összes lerakódásra alkalmas helyeit elfoglalja. A megőrölt mészkőpor nehézség nélkül értékesíthető. Ugyancsak mészkőőrlés mellett kísérletezendő ki a teljesítmény és finomság szabályozása olyan gyáraknál, ahol légáramú malmot még nem üzemeltettek. Ez csak a kezelőszemélyzet begyakorlását fejezza, a nyert teljesítményadatokat az effektív fajlúnyok figyelembevételével kell átszámítani szénre.

h) Mozgó por-levegő rendszer esetén megfigyelő ajtót kinyitni nem szabad, a malom és osztályozó pillanatnyi működése a beépített műszerekről állapítandó meg. A pormintavevő helyek különleges kivitelűek legyenek (zárt esővön történő elszívásos pormintavétel).

2. Légáramú Loesche-rendszerű görgősmalom robbanásvédelme

Leginkább nyitott rendszerrel dolgozik, azaz a malom előtt beszívott levegő, vagy füstgáz-levegőkeverék áthalad a malmon, osztályozón, ciklonon és zsákos szűrőn, majd a ventilátoron keresztül a szabadba távozik. A levegő recirkulálására van lehetőség, ez a golyósmalmokhoz hasonlóan egy visszavezető cső segítségével szabályozható.

A golyósmalmoknál említett veszélyes szakasz (osztályozó, ciklon és kettő közötti csővezeték)

a Loesche-rendszerű berendezéseknél kiterjed magára a malomra is, ami a következőkkel magyarázható:

A Loesche-malomnak nincs széntartaléka és hiányzik a golyósmalmoknál kialakuló többszörös anyagkörfolyam, ami a levegő porkoncentrációját a veszélyes értékről eltolja. Maga a golyósmalom sohasem tekinthető robbanásveszélyesnek, anyagkimaradás esetén csak 4—8 perc múlva csökken le a koncentráció 500 g/m³ értékre, elegendő idő áll rendelkezésre akár automatikusan, akár kézi beavatkozással a hiba kiküszöbölésére. Ugyanabban az időben a rendszer veszélyes szakaszán a koncentráció 150—200 g/m³ értékű lesz. A Loesche-malom őrlőterében a koncentráció állandóan 1000 g/m³ körüli, vagy ennél valamivel kisebb, a golyósmalomhoz viszonyítva, tehát közelebb áll a veszélyes 600 g/m³ értékhez. Anyagkimaradás esetén a malom 1—2 perc alatt kiürül, a por finomra őrlődik.

A Loesche-malomrendszerben ha az recirkuláció nélkül dolgozik, a ciklon után a teljes levegőmennyiségre választott nagyméretű textilszövet-tömlős szűrőkészülék van beépítve. Az alacsony hőmérsékleten gyúlékony szövetanyag állandó jelenléte az őrlőrendszerben veszélyes. Légáramú golyósmalmoknál csak a ventilátor után elszívott ú. n. „Abluft“ halad át textilszűrőn, így az állandóan működő zárt légáramú rendszer gyúlékony anyagot nem tartalmaz, nem beszélve arról, hogy a szűrőkészülék mérete a golyósmalom esetében legalább is fele lehet a Loesche-malomnál alkalmazottakhoz képest.

A rendszer robbanásvédelme a következők szerint fokozható:

a) Recirkulációs rendszerrel, két ventilátor alkalmazásával. Ez esetben a malomhoz tartozó keringető ventilátor változatlanul megmarad, a páras, távozó szárítógázok részére a textilszűrő után külön — sokkal kisebb teljesítményű — ventilátor beépítése szükséges.

b) A malom, ill. légosztályozó utáni gázhőmérsékletet villamos automatika révén lehessen szabályozni.

c) A légáramú őrlőrendszer működése és szabályozásának módjai a kezelőszeméllyel ismerttetendők.

d) Beépítésénél a kezelésre és a szabadba való gyors kijutásra szükséges hely biztosítandó.

3. Szénszárító dobok robbanásvédelme

A szén finomőrlés előtt szárítani kell, melyre vagy a légáramú őrlőgép használható fel, vagy — ha a szén nedvessége annak szárítási kapacitását meghaladja — különálló szárítódob létesítése szükséges.

Szénszárításra kizárólag egyenáramú rendszerű dob alkalmazható, ahol tehát a szárítóközeg és a szárítandó szén a gép ugyanazon oldalán lép be és a dobban mindkettő haladási iránya azonos. A nedves szén a magas hőfokú gázzal érintkezve a dob első néhány méterén igen gyorsan szárad, a

füstgázhőmérséklet a nagy párolgási hőszükséglet miatt pedig ezen a szakaszon meredeken esik.

Az előbbieket alapján már megállapítható, hogy a szénszárítódobok szénporrobbanás szempontjából lényegesen veszélytelenebb üzeműek a légáramú őrlőmalmokkal szemben. Az áthaladó anyagnak csak egy kis hányada szénpor, ennek szemcsézete sem felel meg a robbanásveszélyes határértéknek. A dobon belül meglehetősen nagy a páraconcentráció, és a gázporkoncentrációja távolról sem közelíti meg a $\mu = 100 \text{ g/m}^3$ értéket.

Egyenáramú szénszárítódoboknál szénporrobbanástól tartani nem kell, magából a dobból kiinduló robbanást eddig nem tapasztaltak. A felügyelet teljes hiányánál előfordulhat a nedves anyag feladásának kimaradása és változatlan mennyiségű szárítógáz bevitele mellett a bennlévő szén felizzása és gyulladása. Ilyenkor adódhatnak gázrobbanások is, de ez csak mint szélsőséges eset képzelhető el. Ilyenkor is hiányzik a szénporrobbanásnál oly veszélyes, nagysebességű széles lángfront, ami ellen, ha kialakul, alig van védelem.

A szárítóberendezés teljes biztonsága elérhető a következő módon:

a) A dob kiömlőházára kazánoknál rendszerített jól záró robbanóajtó, a kiömlőház és ciklon közötti csővezetékre robbanószelep szerelendő, minthogy itt már szénporral terhelt gáz halad.

b) Ugyancsak a kiömlőházra termoelektromos távhőmérő berendezés építendő, mely a dob utáni gázhőmérséklet emelkedésekor először akusztikus és fényjelzést ad, majd ha beavatkozás nem történik, kb. 140°C -nál — mint tapasztalat szerint megengedhető legmagasabb hőmérsékletnél — a füstgázelszívó ventilátort, a tüzelést és a nyerszén feladást automatikusan megállítja.

c) A 2. pont alatti hőmérőberendezésen kívül törekedni kell arra, hogy a jelenleg jóformán minden műszerezés nélkül dolgozó szénszárítódobokhoz olyan műszersorozat kerüljön beépítésre, mely a robbanásvédelmen kívül a rendszer gazdaságos üzemét elősegítő, pontos szabályozást is lehetővé teszi.

4. A magyar biztonsági szabályzat kidolgozása

A meglehetősen nagy számban létesült légáramú szénőrlőberendezésekre való tekintettel szükséges, hogy erőművekben, cementgyárakban és szén-előkészítő telepeken alkalmazható hazai biztonsági szabályzat mielőbb elkészüljön.

Még ennek kidolgozása előtt szénporkészítés céljára leggyakrabban felhasznált szénfajtáinkkal laboratóriumi kísérletsorozatokat végzendők a robbanóképesség megállapítására és egy viszonylagos veszélyességi táblázat összeállítására. A kísérletet különböző nedvességtartalom és őrlési finomság, továbbá $\mu = 100\text{—}1500 \text{ g/m}^3$ közötti levegő-porkoncentrációk esetére célszerű végrehajtani.

A kidolgozandó szabályzat vegye figyelembe a szovjet és más külföldi már meglévő hasonló előírásokat.

Komoly mértékben csökkenteni lehetne a porrobbanásból adódó üzemi balesetek számát, ha a légáramú szénőrlőberendezések felelős irányítását a szabályzat rövid tanfolyam elvégzéséhez kötné. További előírásként javasolható, hogy ezen üzemekben foglalkoztatott segédszemélyzet előtt a szabályzat lényegesebb pontjai ismertetésre kerüljenek.

A légáramrendszerű szénőrlőberendezéseknél a jó tömítettség működésük alapvető követelménye, a rendszerből távozó párás füstgázok jó hatásfokú portalanítás után jutnak csak ki a szabadba. Ily módon üzemük teljesen pormentes, a teljesítmény és finomság jól szabályozható.

A rendszer helyes kialakításával, a védőberendezések és tömítések karbantartásával, megfelelő automatikus szabályozás létesítésével és a kezelőszemélyzet kioktatásával az őrlőrendszer veszélytelen munkája biztosítható. Széleskörű alkalmazásuknak a robbanásveszély nem lehet akadálya.

IRODALOM

1. *Lebjezger*: Пүлепргатовлєныє на електросztанциjah (Goszudarsztvennoje energeticeszkoje izdatyetsztvo, Moszkva, 1949.)
2. *Romadın*: Пүлепргатовлєны (kiadó mint 1.) alatti-nál, Moszkva, 1953.)
3. Braunkohle, 1925—1936. évf.



Ára: 8.— Ft.