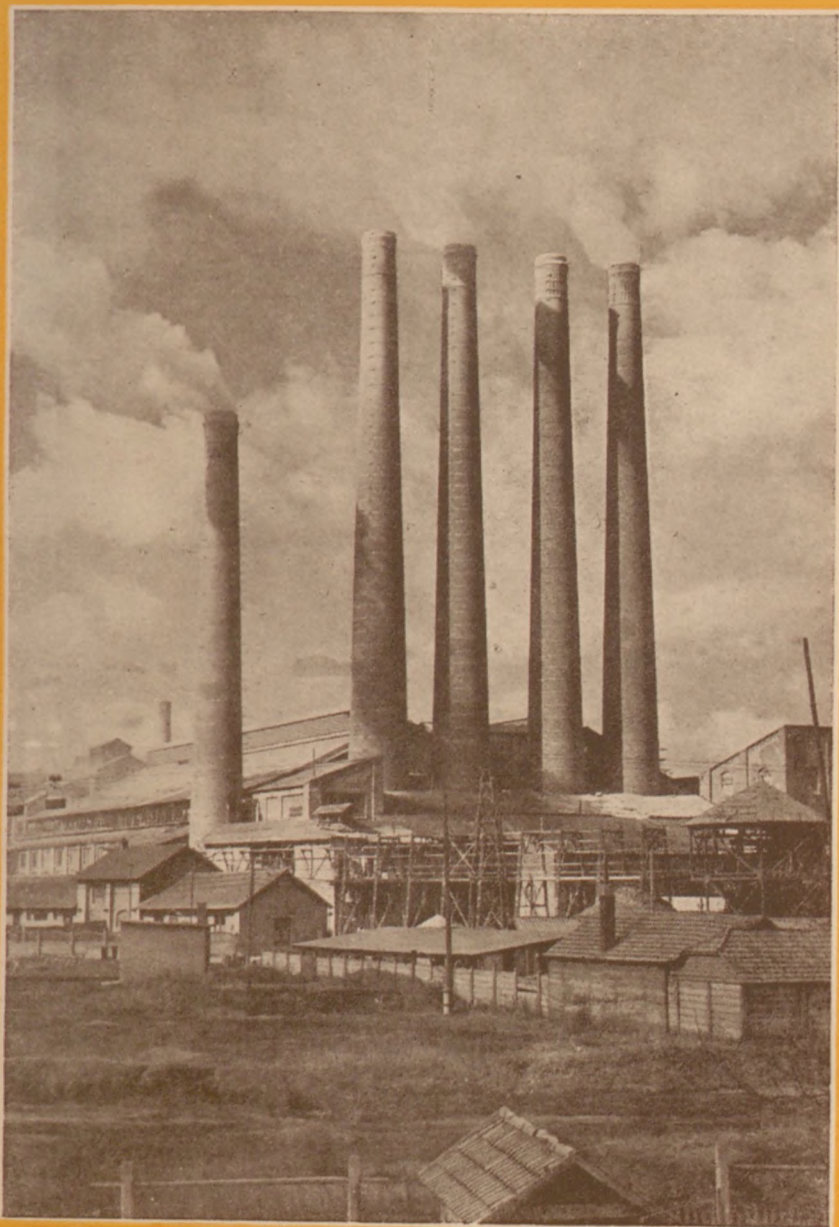


302.935

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

6. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámia-, a tégl-, cserep-
és kőbányaipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

★

Főszerkesztő :

dr. Korach Mór

★

Szerkesztő :

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság :

Baritz Árpád

Beke Béla

dr. Déri Márta

Erdély Imre

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

★

Szerkesztőség :

Budapest, V., Szabadság
tér 17

Telefon : 124-438

★

Kiadja :

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon : 113-450

★

Felelős kiadó :

Solt Sándor

TARTALOM

	Oldal
<i>Dr. Hans Lehman—Günter Marx</i> : Vizsgálatok az agyagásvány tar- talmú szuszpenziók folyási viselkedéséről	201
<i>Izsak Iljics Kitajgorodszkij</i> : A szovjet üvegipar története	209
<i>Sasvári György</i> : Módszerek a melegedés számításához ..	217
<i>Kossuth-díjas</i> : Dr. Albert János	231
Lapszemle	232

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Д-р Ханс Леман—Гюнтер Маркс : Исследования по текучести глиносодержащих суспензий	201
И. И. Китайгородский : История советской стекольной промыш- ленности	209
Дьердь Шашвари : Методы расчета нагрева	217

I N H A L T

	Seite
<i>Dr. Hans Lehmann—Günter Marx</i> : Untersuchung bezügl. des Ton- mineralien-Gehaltes und die Fließmöglichkeit der Suspension ..	201
<i>I. I. Kitajgorodszkij</i> : Die Gesichte der Sowjetischen Glasindustrie ..	209
<i>György Sasvári</i> : Methoden für die Ermittlung der Erwärmung	217

ÉPÍTŐANYAG

12. ÉVFOLYAM 6. SZÁM

Vizsgálatok az agyagásvány tartalmú szuszpenziók folyási viselkedéséről

PROF. DR. ING. HANS LEHMAN és DR. ING. GÜNTHER MARX
Clausthal (Németország) Bányászati Akadémia

1. Bevezetés

Az agyagásvány tartalmú szuszpenziók folyékonysági tulajdonságainak megítélése és a bennük fellépő erők értékelése nagy fontossággal bír a kerámiai iparban az öntőslikkerek előállításánál és felhasználásánál, továbbá a cementiparban is p. o. a nyersiszap szivattyúzásánál. Ezeknél gyakran nehézségek lépnek fel, melyeknek kiküszöbölésére eddig többé kevésbé hosszadalmas kísérletek váltak szükségessé.

A nehézségeknek fő oka abban rejlik, hogy nagy szilárdalkatrész tartalmú szuszpenziókat kell felhasználni, melyeknél mindig a nem Newton-féle folyadékok folyékonyságánál ismeretes anomáliákkal kell számolni. Ehhez jön még az agyagásványok különleges sajátsága, amely a szuszpenzióban nehezen áttekinthető erő eloszlásához vezet.

A folyékonyságra vonatkozó vizsgálatok végcélja lenne a folyékonysági tulajdonságoknak előzetes elméleti meghatározása. Ettől a céltól azonban még távol vagyunk. Vizsgálataink és megfontolásaink azonban már annyit eredményeztek, hogy módunkban áll egyes adatokat már előre megállapítani és a kísérleti eredményekből már hipotézisek alkothatók az agyagásvány tartalmú szuszpenziókban tulajdonképpen lejátszódó folyamatokról.

2. Műszerezés

A folyási tulajdonságok megítélésére és ellenőrzésére az öntőmasszáknál a gyakorlatban általában átfolyó viszkozimétert használtak. Részben méréseket végeznek különböző szerkezetű forgó viszkozimétereken is, melyeknek — mint a jelen munkában is — τ — D diagramban ábrázolnak.

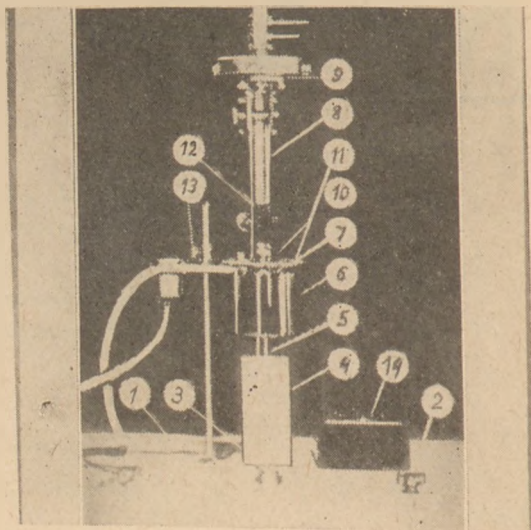
Ezek a csúszófeszültségeket ábrázolják a sebesség-csökkenés függvényében.

Az agyagásványtartalmú szuszpenziókban ható erők pontos felmérése szempontjából fontos, hogy a mérések igen csekély sebességcsökkenés mellett is végrehajthatók legyenek. E célra dolgoztak ki egy Couette-típusú viszkozimétert.

2.1 A műszer kialakítása

Alapelvül szolgált az Erbring, Broese és Bauer-féle műszer (2), amelynél a hosszú torziós szalag az állványra erősített szorítószervezettel bármely tetszőleges szálhosszúságnál megfogható volt. Ennek a műszernek használatánál egyes hiányok jelentkeztek a fordulatszám szabályozás szempontjából. Ennek a hiánynak kiküszöbölése volt a tovább fejlesztés célja, amelynél a mérő- és hajtóberendezést két különálló asztalon építették fel és ezáltal ezeket mechanikusan egymástól elválasztották. A mérő oldal teljes képét az 1. ábra mutatja.

Az alap (1) három lábon nyugszik a munkasztalon, a két első láb mint állítócsavar van kiképezve (2), a vízszintmérő (3) szerinti vízszintes beállítás végett. Az állítócsavarok az asztalra erősített gyűrűkben állanak, hogy az alapnak oldalirányú eltolódását kiküszöböljük. Az alaplapon áll a csapágyoszlop (4), amelyben a tengely (5) golyóscsapágyakon fut. A tengely a munkasztal furatán keresztül lefelé a hajtó berendezéshez nyúlik; felső részén pedig a termosztát edényt (6) tartja. Ennek közepén kónusz van a mérőberendezés külső hengerének (7) felerősítésére. A külső hengeren beosztás van az állandóan tartott töltési magasság ellenőrzése céljából. Az állványrúdon (8) van a torziós szál befogó és központosító berendezése. A külső hengerben szabadon lóg a mutatóval (10) ellátott belső henger és



1. ábra. Couette-féle viszkoziméter, mérőoldal

illesztő csavar köti össze a torziós szállal. Az állványon helyezkedik el továbbá az állítható skálagyűrű a torziós szög (11) mérése és egy konzol (12) a henger megtámasztására.

Ennek a berendezésnek részletezésére a későbbiekben behatóan vissza fogunk térni különösen a hőmérséklet szabályozó folyadék (13) hozzávezetésére, a fordulatszám mérő műszerre (14), valamint a központosító berendezésre.

2.2. A mérés rendszere

A mérési rés 5 mm volt, mert durva diszperz szuszpenziókat is kellett mérni, melyeknél a szemcseméret 3 mm-t is elért. Különböző hosszúságú torziós száalakat használtak, amelyeket alsó végükön az illesztőcsavarba, felső végükön pedig furattal ellátott sárgaréz rúdba forrasztottak. A torziós szál anyagául különlegesen nemesített „szabadalmazott” acélt használtak (Houdremont [4]), a szál átmérője 0,15 mm.

Az illesztőcsavarok a rendelkezésre álló belső hengerbe csavarhatók, a sárgaréz rudak befogására pedig ellenanyával ellátott feszítőfogó szolgál.

A belső hengerbe fellépő csúsztatófeszültségek kiszámítására ismernünk kell az átadott forgatónyomatékokat, ami a következőkből adódik:

$$M_t = K_D \cdot \varphi \quad (\text{dyn} \cdot \text{cm}) \quad (1)$$

ahol M_t = az átvitt forgatónyomaték dyn·cm-ben

φ = a mért torziós szög ívmértékben

K_D = a torziós szál feszítőereje dyn·cm-ben

Engelhardt és Lübben [1] a nem Newton-féle folyadékok folyási görbéinek számítására közepes sebességsökkenést és közepes csúsztatófeszültségeket használtak a következő egyenlet értelmében:

$$D_m = \frac{2 \cdot \omega \cdot R_a \cdot R_i}{R_a^2 - R_i^2} \quad (2)$$

ahol

$$\omega = 2 \pi \cdot \frac{n}{60}$$

R_a = a külső henger sugara,
 R_i = a belső henger sugara,
 n = a percnkénti fordulatszám

A közepes csúsztatófeszültségekre érvényes

$$\tau_m = \frac{M_t}{2 h R_a R_i} \quad (3)$$

Itt

h = a belső henger magassága.

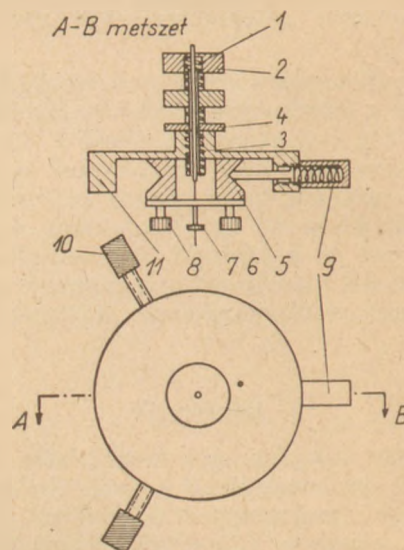
Ezeket az egyenleteket használtuk a jelen munkánál is a peremeffektusok elhanyagolásával.

2.3. Központosító és szabályozó berendezés

A 2. ábra mutatja a berendezés vázlatát. A talptól való távolság pontos beállítására a belső és külső henger között a feszítőfogó csavarhajtással (3) a központosító berendezésben fel és le mozgatható és peremezett ellenanyával rögzíthető. A magasság beállítása után a centirozást végzik el olyan berendezéssel, amely a mikroszkóp centirozó asztalához hasonlít. Horonnyal ellátott gyűrű (5) nyugszik egy alátéten (6), amelyen három állítócsavar (7) segítségével vízszintesen beszabályozható és két peremes csavarral (8) rögzíthető. A gyűrűnek hornyába nyúlik egy rugópálca (9) és a központosító lapnak (11) két állítócsavarja (10). Az állítócsavarok működtetésével a központosító lap finoman mozgatható vízszintes irányban és ezzel a szál és a belső henger központosítható. A beállítás jelzésére szolgál a külső henger kónuszára erősített hegy és a belső henger rögzítőcsavarjára csavarozott függő.

2.4. Berendezés a hőmérséklet beállítására

A hőmérséklet beállítására szolgáló berendezés Höppler-féle termosztáthoz csatlakozik. A hozzávezetést csappal el lehet zárni és túszeleppel szabályozni. Az elvezetésre szivornya szolgál, amely a hőmérséklet beállító folyadékot túlfolyóval ellátott nivóedénybe vezet. A hozzávezetés, szivornya és nivóedény az állvány rúdja van beállíthatóan felerősítve.



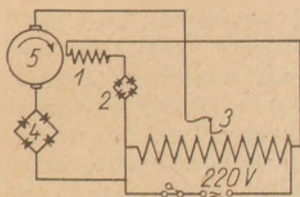
2. ábra. Couette-féle viszkoziméter, központosító és szabályozó berendezés

2.5. Fordulatszám mérés

A fordulatszámot elektromos úton mérik kis mérőgenerátorral, melynek feszültsége mérhető és közvetlenül a fordulatszám értékekre hitelesíthető. Mint mérőgenerátor a Hartmann & Braun RT cégnek fordulatszám-lálóját használták. Hogy a szükséges legkisebb fordulatszám-nál is pontos jelzést érjenek el, a generátort a fordulatszámcsökkentő elé, közvetlenül a hajtásra építették. A mutatóműszer forgótekerces műszer 6, 30 és 150 V mérési határral. A leírt berendezést közvetett fordulatszám-méréssel, stopperóra segítségével kell hitelesíteni.

2.6. Meghajtás

A mechanikus fordulatszabályozás helyett elektromos szabályozást használtak. Reinhardt [6] és W. Lehmann [5] szerint az egyenáramú mellékáramkörű motorok erre a célra kiválóan alkalmasak. A rotortekercs feszültségének csökkentésével, mely a fordulatszámmal arányos, elérhető a fordulatszám értékeknek szabályozása a névleges fordulatszám alá (3. ábra).

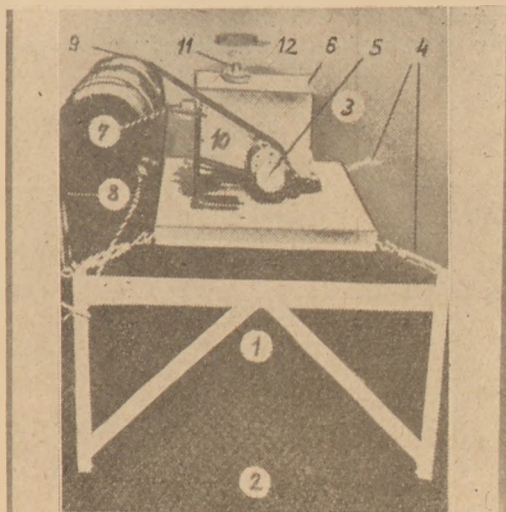


3. ábra. Couette-féle viszkoziméter, a meghajtás kapcsolási vázlat

A motor mágnes-tekerését (1) egyenirányítón (2) keresztül Grätz-féle kapcsolásban közvetlenül a váltóáramú hálózatról táplálják; míg a forgórész feszültségét (5) autotranszformátor (3) segítségével 0–220 V között szabályozhatják. Ezt a szabályozást a későbbiekben redukáló fogaskerék-hajtással reverzálható rövidrezárt motor végezte, amely a szabályozó transzformátor feszültségét folyamatosan szabályozta. Ezáltal a szabályozási határokon belül eléggé lineáris összefüggésű fordulatszám emelkedés, illetve csökkenés vált elérhetővé.

A kedvező szabályozási határok elérése végett először nagy fordulatszámú motort (8000 ford/perc) használtak, melynek leadott teljesítménye 50 W volt. Ez azonban túl gyengének bizonyult ahhoz, hogy a hajtásnak bizonyos terhelésingadozásait fordulatszám-esés nélkül legyőzze. Különösen kis fordulatszámoknál jelentkeztek nagy ingadozások. Ezért másik motort építettek be 500 W teljesítménnyel, melynek 3000 ford/perc fordulatszámát ékszíj hajtással a duplájára emelték, hogy a kívánt fordulatszám értékeket megkaphassák. A hajtásnak áttekinthető képét a 4. ábra adja.

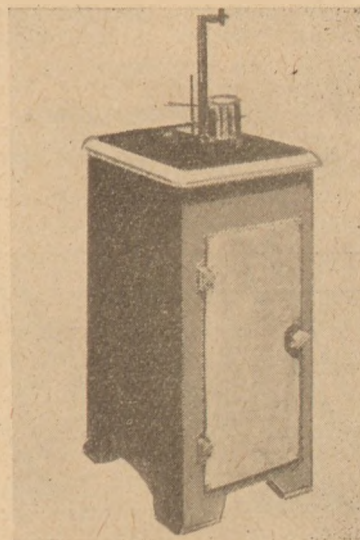
A négy ellenanyával ellátott állítócsavarral (2) vízszintesre beállítható asztalon (1) nyugszik habgumin rugalmasan elhelyezve az alaplap (3), amit négy feszítőcsavarral (4) erősítenek az asztal-



4. ábra. Couette-féle viszkoziméter, hajtómű

hoz. Az alaplapra van erősítve a kapcsolómeghajtás (5) és a fordulatszám-generátor (6), amelyet egyszerű körmőskapcsoló köt össze a hajtómű hajtótengelyével. A motort (7) lengő feszítőre (8) erősítik, a motort és hajtóművet ékszíjhajtás (9) köti össze. A lengő feszítő a szíjak feszítése céljából feszítőberendezéssel (10) mozgatható. A hajtómű függőleges tengelyén (11) van a mágneskuplung (12) alsó tárcsája, amely csavarhajtás segítségével finoman fel és le mozgatható a tárcsatávolság beállítása végett és három csavarral rögzíthető.

Miután a mágneskuplunggal végrehajtott kísérletek nem hozták meg a várt eredményt, a berendezés újabb fejlesztésénél (5. ábra) a mágneskuplungot teljesen elhagyták. Ennél a kivitelnél a műszernek kizárólag mechanikus kuplungja van, amely habgumilap közbeiktatásával most már gyakorlatilag rezgésmentes erőátvitelt tesz lehetővé.



5. ábra. Couette-féle viszkoziméter

3. Vizsgálatok és eredmények

Az új műszerrel a következő nyersanyagokat vizsgálták:

	Kaolin Bajororsz.	Agyag Gross- almerode	Agyag Pfalz	Agyag Westerwald	Ca és Na Bentonit Geisenheim
<i>Ásványalkatrész</i> (röntgenfelvétellel és DTA-val megállapítva) ...		(fireclay)			
Kaolinit csoport.....	++	+	+	++	
Montmorillonit cs.					++
Csillámszerű agyagásvány csoport			++	+	
Quarz	+	++	+	++	
<i>Szemcseösszetétel, 60 μ alatti frakciónál</i> A Sartorius-féle szedimentációs mérleggel meg- állapítva					
	60—30 μ	3	3,9	4	2,7%
	30—20 μ	5	3,4	1	3,0%
	20—10 μ	13	11,6	1	4,8%
	10—5 μ	24	11,1	2	2,4%
	5—2 μ	14	16,6	3	6,6%
	2—1 μ	7	5,5	2	6,6%
	1 μ	34	47,9	87	73,7%
Enslinérték		82	63,5	113,5	97
++ túlnyomó alkatrészek					300/700
+ egyéb alkatrészek					

Diszperziós anyagként minden szuszpenziónál desztillált vizet használtak, peptizátor szóda és és víziűveg volt. Hogy a védőkollidok hatását a folyóképességre felülvizsgálják, a kísérletek egy sorozatánál Quebracho-kivonatot adagoltak. A kiszáritott és 1 mm szemnagyságnál finomabbra aprított nyersanyagot víz és elektrolit hozzáadásával vákuumkeverőben kb. 100 Torr maradéknomás mellett többszöri hosszas keveréssel diszpergálták. Miután a kísérletek beigazolták, hogy a szuszpenziók folyási tulajdonságai rövidebb periódusok alatt csak 15 órai pihenési idő után nem változnak lényegesen, a méréseket csak a szuszpenzióknak elkészítése után kb. 18 órával kezdték meg.

3.1. A görbék lefolyása

3.11. Kezdeti maximumok és minimumok

Kis sebességcsökkenés határain belül a csúsztatófeszültségek mérései egy sorozat görbénél kezdeti maximumokat és minimumokat mutatnak (6. ábra). Miután a szuszpenziók a hengerben

a mérés előtt minden alkalommal 5 percig nyugalomban voltak, az anyagrészecek mozgásuknak megfelelően tixotrop vázat építhettek fel, amely a mérés folyamán kezdeti maximumot mutatott. Ebből a maximumból, képződésének módjából és az ezután következő minimumból következtetni lehet az erőegyensúlyok változására a szuszpenzióban és ezáltal általánosan a folyási viselkedésre.

Az E_1 és D_3 görbék összehasonlításánál látjuk, hogy az előbbinek széles maximuma tompa hegyével az állásidővel erősen növekedő tixotropiára mutat, míg a D_3 görbének hegyes keskeny maximuma van, amelyből már az állásidő alatt lezárult tixotrop erőegyensúlyra lehet következtetni.

3.12. A görbék emelkedése

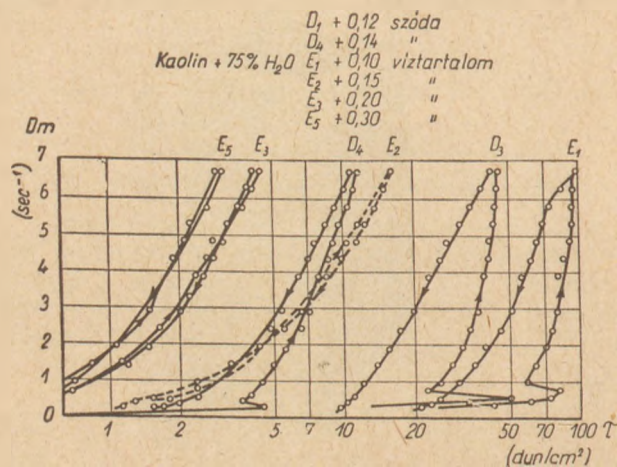
A folyási viselkedés megítélésénél lényeges a csúsztatófeszültségek közötti különbség, amely egyforma D mellett a görbe csökkenő, vagy növekvő részén mérhető. A görbe emelkedésének módja további útbaigazítást adhat. Lapos emelkedés kis sebességű és hiányzó kezdeti maximum mellett, mint ami az E_3 görbénél látható, a tixotropiának teljes hiányára mutat.

3.13. „Képlékeny folyás”

A mérésekből megkapott görbékhez nem elegendőek az eddigi használatos meghatározások és a javasolt matematikai képletek. Ezért indokoltnak látszik, hogy a megvizsgált agyagásvány tartalmú szuszpenzióknak nem Newton-féle viselkedését a „képlékeny folyás” fogalommal foglalkozunk össze.

3.2. Hipotézis a munkánál

A mérési eredményekből munkánkban hipotézist állítottunk fel, amit itt előrebocsátunk, mivel az az agyagásványtartalmú szuszpenziók



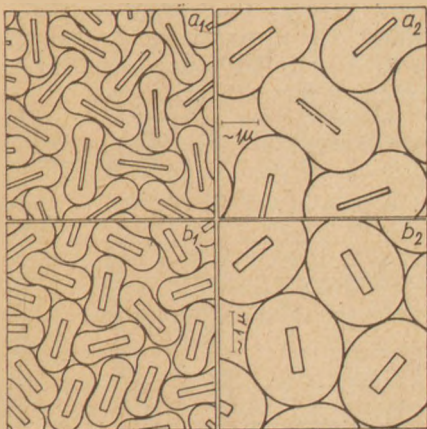
6. ábra. Agyagásvány tartalmú szuszpenziók folyási görbéje

lényegébe betekintést ad (lásd 7a és 7b ábrát). A mértékadó erők, amelyek ilyen szuszpenziókban hatnak, „van der Waals”-féle vonzóerők és általában a részecskék között működő Coulomb-féle taszítóerők. A kristályrácsban az ionok kötése végeredményben az egyes agyagrészecskék negatív töltését eredményezi.

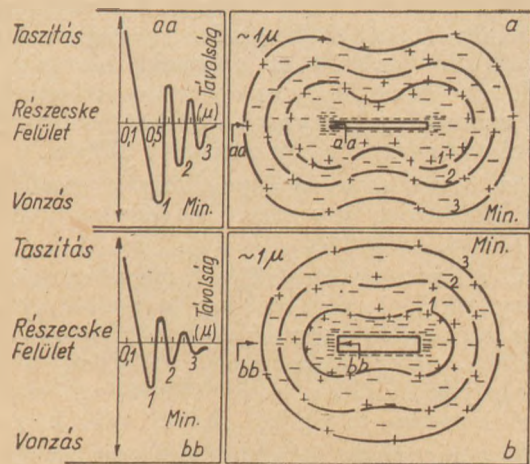
Valamely agyagásvány tartalmú szuszpenzió folyási viselkedését ezen erőknek az egyensúlyi viszonya szabja meg. A taszítóerőknek túlsúlya általában a szuszpenzió stabilitására vezet. Ellenkezőleg viszont a vonzóerők túlsúlya koagulációt, illetve ülepedést okoz, míg a labilis közbenső területnél tágabb értelemben vett tixotrópia léphet fel. Fel lehet tételezni, hogy a Coulomb-féle erők az agyagásvány kristályok szélén gyakran előálló rácshibák miatt az ideális esetben pseudo-hexagonális lapocskák körül potenciál mezőt építenek fel, melynek equipotenciális felületei bikonkáv alakúak. (Gyűrűalakú elhelyezkedés a részecskék szélén két betüremkedéssel a lapocskák felületének közepén). A szuszpenzióban keletkező elektromos kettős rétegek miatt, melyek a taszító erőt felváltva gyengítik és erősítik, a taszító Coulomb-erők és a vonzó „van der Waals-féle” erők több potenciál maximumot (taszítást és minimumot (vonzást) létesítenek a részecskék körül, amelyek lényegében hasonló alakúak, mint az előbb vázolt exipotenciális felületek.

Ha olyan szuszpenzióknak van, melyben a szilárd alkatrész tartalom nagy, úgy a részecskéknek az lesz a törekvésük, hogy a legszűkebb térben pseudostabil egyensúlyt alkossanak, mégpedig úgy, hogy az egyes részecskék potenciál minimuma egymást érintse. A gyűrűs kitüremlések a mindenkor szomszédos részecskék potenciál minimumának betüremlésénél szükségképpen a „kártyavár rács” kiképzéséhez vezet, mint azt Hofmann, Fahn és Weiss [3] leírták (7c ábra).

A potenciál-tér elképzelése egyben megmagyarázza, hogy ilyen tixotróp rácsok stabilitásukat gyakran meg tudják tartani még a diszperziós anyag részbeni elvonásánál is.



7a ábra. Agyagszuszpenziók vázlatos ábrázolása peptizáló anyagok adagolásánál, a stabilitást megszabó potenciál-minimumok változásával. a_1 vékony agyag-lemez-kénél, csekély víztartalommal, a_2 ugyanaz nagy víztartalmú szuszpenzióknál, b_1 vastagabb agyaglemez-kénél csekély víztartalom mellett, b_2 ugyanaz nagy víztartalommal



7b ábra. A vonzó- és taszítóerőkből adódó potenciálminimumok vázlatos ábrázolása vízben levő agyagrészecske körül, peptizáló anyag hozzáadása esetében. a) vékony agyaglemezke metszete, erős rácshibával a szélén, a.a) megfelelő potenciálgörbe, b) vastagabb agyaglemezke metszete, csekély rácshibával a szélén, b.b) megfelelő potenciálgörbe



A vizsgálatok mutatták, hogy ilyen egyensúly beállításánál könnyen kerülhet a sor koagulációra és ülepedésre, ha a vonzás helyileg annyira túlsúlyba jut, hogy nagyobb részecske összeállítások keletkeznek, melyek azután a szuszpenzióban lesüllyednek.

Másrészt viszont találunk különösen a montmorillonit tartalmú szuszpenziókban túlkapásokat a stabil és tixotróp területen, ahol ennek az anyagnak kristályon belüli duzzadási képessége jelentékeny részecske megnövekedést okoz és ezáltal a szuszpenzióban az egyes részecskéknek közeledését eredményezi.

Ebből világosan látható, hogy a szuszpenzióban lévő egyes részecskék egymástól való távolsága különlegesen nagy szerepet játszik és a folyékonysági feltételeket döntően befolyásolja.

A védő kolloidok kedvező befolyását a tixotrópia csökkentésére avval magyarázhatjuk, hogy ilyen egységek a részecskék között lévő kettős rétegekben a víz-dipolok helyét elfoglalhatják anélkül, hogy a részecskék közötti erőviszonyokat megváltoztatnák. Szabaddá válik a víz, amely a részecskék közötti távolságot megnöveli.

Munkánk hipotézise szerint az agyagásvány részecskék közötti erők minden megváltozásával megváltozik közöttük az optimális távolság is. Ebből következik, hogy az optimális víztartalmat még azonos nyersanyagok mellett is minden peptizációs adaléknál újra be kell állítani.

Az egyes agyagásványok folyási viselkedésének különbsége lényegében két tényezőre vezethető vissza, mégpedig:

a) a lapocskák átmérőjének és vastagságának viszonya (különlegesen vékony lapocskák erősen zavart rács-széllel nagy lapocska átmérő mellett különösen nagy különbséget mutatnak fel a szélső helyek által okozott taszítóerők és a kevésbé zavart lapocska felületéről induló erők között).

b) a rács-típus (három réteges ásványoknak már a rácsfelépítésük következtében több „alkalmuk” van a peremzavarások létesítésére).

Összefoglalva mondható, hogy a kísérleti vizsgálatok eredményei mint pl. a tixotróp terület elhatárolása és a nagyon labilis átmenet a tixotrópiából a koagulációba, vagy pedig a védőkolloidoknak kedvező befolyása a folyási viselkedésre a most elmondott elméleti mérlegelésekben magától folyó magyarázatot találnak.

3. 3. A görbék értékelése

A mérések és az agyagásvány tartalmú szuszpenziók és öntöslikkerek pontos megfigyelései a következő összefüggéseket adják a τ - D -görbék és az előbbi fejezetben leírt erőegyensúlyok között:

a) Ha az erők az egyes részecskék között kiegyenlítettek, vagy a részecskék túl nagy távolsága miatt már nem hatékonyak, úgy a különbség

$$\tau_{fel} - \tau_{le} = 0$$

a részecskék súlyuk következtében hajlamosak a szedimentációra.

b) Ha $\Delta\tau$ az egész görbére pozitív, úgy az agyagásvány részecskék vonzás alatt állanak. Ennek megfelelően ezen a területen könnyen hajlanak a koagulációra, melynek azonban nem kell okvetlenül ülepedéshez vezetnie, mert a részecskék összeállása után a szuszpenzió belül bizonyos körülmények között ismét kedvezőbb erőviszony állhat elő.

c) Negatív $\Delta\tau$ taszításra utal, tehát olyan erőkre, melyeket a diszperziós folyadék, a peptizátor és a védő kolloidok befolyásolnak.

Több ízben megfigyelhető volt, hogy nagy sebességsökkenésnél $\Delta\tau$ pozitív, kis sebességsökkenésnél pedig negatív volt. Itt a részecskék nyilvánvalóan a gyenge keverésnél a túlnyomóan taszítási területen voltak és csak a slikkernek erősebb mozgása következtében változtatták meg helyzetüket úgy, hogy egymás vonzókörébe kerültek. Az ilyen esetekben megfigyelt $\Delta\tau$ magas értéke következtetni enged arra, hogy a potenciál. görbének kifejezett és igen meredek maximumai és minimumai vannak.

A τ - D -görbe váltakozó meredeksége a vízburkok különböző erős kötésére mutat. Minél meredekebb a görbe lefolyása, annál inkább lehetséges az elcsúszás a nem kötött, vagy csak gyengén kötött közbenső vízrétegekben. Ez a következtetés azért is valószínű, mert meredek görbék különösen a túl nagy víztartalmú szuszpenzióknál lépnek fel.

3.4. A gyakorlatban használatos masszák vizsgálatai

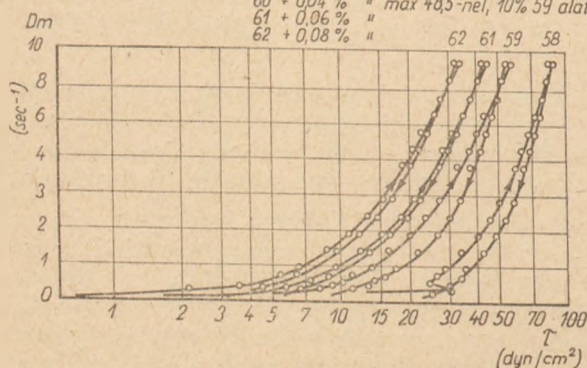
A kerámiai iparban használatos egyes masszakkal végzett mérések eredményei mutatják, hogy a τ - D -görbék közül a massa öntöképességére milyen következtetéseket lehet levonni.

A 8. ábra mutatja a gyakorlati üzemben jó öntöképességű és kis tixotrópiájú stabil ködénymassa vizsgálati eredményeit. Ennek a masszának viselkedése megjavítható 0,02% Quebrachokivonat (QE) hozzáadásával úgy, hogy semmi nemű tixotrópiát nem mutat. Nagyobb adalék, mely ezt a hatást még erősítené, már nem olyan kedvező, mert a $\Delta\tau$ érték nagyon kicsi lesz. A vizsgálatok eredményei arra mutatnak, hogy nem szabad túl sok elektrolitot adagolni, mert akkor a taszítóerőket csökkentő QE az erőket átdönti a vonzás területére és ezzel esetleg ülepedést okoz.

Hasonló eredmény látható porcelán masszára a 9. ábrán, amelynek azonban szabálytalanul futó görbéje már nagyon rossz „öregedésre” mutat. Ez a massa négy hét után már nem önthető és még QE adagolással is csak nem kielégítő módon folyósítható újra.

Ködénymassa száma: 58 az üzemből való száll. után 3 nappal mérve

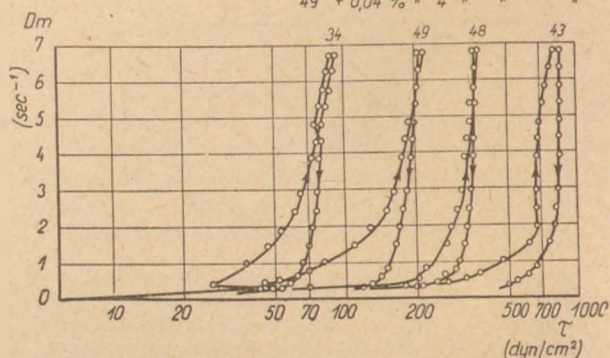
59 + 0,02 % QE
60 + 0,04 % " max 48,5-nél, 10% 59 alatt
61 + 0,06 % "
62 + 0,08 % "



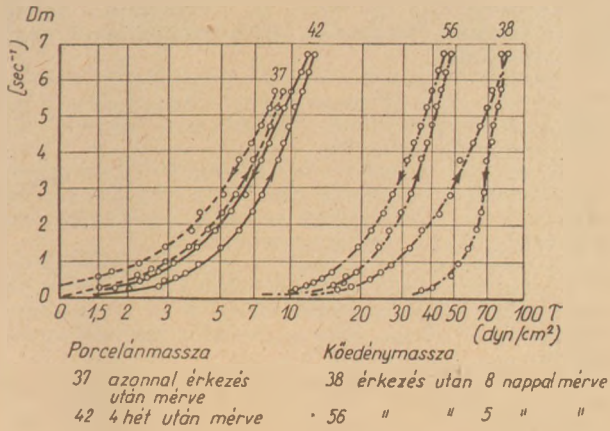
8. ábra. Agyagásvány tartalmú szuszpenziók folyási görbéje

Porcelánmassza száma 34 az üzemből

43 4 hét után mérve
48 + 0,02 % QE 4 hét után hozzáadva
49 + 0,04 % " 4 " " "



9. ábra. Agyagásvány tartalmú szuszpenziók folyási görbéje



10. ábra. Agyagásvány tartalmú szuszpenziók folyási görbéje

Ezzel ellentétben a 10. ábra más porcelánmassza görbéit mutatja, négy héten belül csak kis mérvű változással. Ezt a masszát csaknem ideálisnak tekinthetjük, mert a különböző sebességszökkenéseknél majdnem konstans, igen kis vonzóerők uralkodnak, melyek nem elég erősek ahhoz, hogy a részecskéket pelyhes lecsapásra bírja.

Ilyen ideális folyósítás veszélye lehet, mert bizonyos körülmények között az elektrolit tartalomnak kismérvű növelése, vagy a víztartalomnak egész csekély csökkentése azonnal ülepedési jelenségekre vezet.

A 11. ábra tixotróp porcelán- és kőedénymasszák vizsgálati eredményeit mutatja, melyek a gyakorlatban nagyon kellemetlen zavarokat okoztak, mert a tárolótartályban néhány nap múlva erős tixotróp szilárdulást, illetve nagy ülepedést mutattak. A mérések meg tudták magyarázni az addig nem magyarázható folyamatot (meredek kezdetű maximum, nagy pozitív $\Delta\tau$).

A 3. számú görbével (11. ábra) ábrázolt mérési eredményeket, amelyek különleges figyelmet érdemelnek, közvetlenül a QE adalék bekeverése után kaptuk. Az adalék következtében felszabaduló víz a tixotróp egyensúly beállításánál a mérési értékeknek állandó ide-oda lengését eredményezte, ezt a területet vonalkázva jelöljük. Csökkenő sebességnél a görbének cikcakk formája arra utal, hogy a védő kolloid még felhalmozódik.

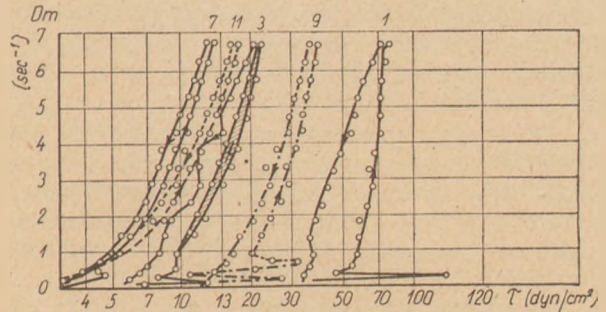
A szuszpenzióknak és azok folyási viselkedésének változása a tárolás alatt, amit általában „öregedésnek” nevezünk, egyike a legnagyobb problémáknak, mely az öntőmasszák megítélésénél felmerül, mert nem lehet minden újabb folyósító kísérlettel napokig várni, amíg az előbbi anyagnak öregedési jelenségei jelentkeznek.

Ezek a változások a következőképpen magyarázhatók:

Először is a beadagolt elektrolit mennyiségnek több órára van szüksége, hogy minden részecskére egyenletesen ráakódjék. A massa feltárása alatt az egyes ásványrészecskék csak tökéletlenül diszpergálódnak. Az összeállt részecskék körül a folyósítás alkalmával ugyanúgy, mint a különálló részecskék körül, telített kettős réteg keletkezik, amely a peptizációt megnehezíti és

Porcelánmassza sz. 1 kb 3 hét múlva
3 " 3 " " +0,05% QE
7 " 3 " " +0,07% "

Kőedénymassza sz. 9 " 3 " " +
11 " 3 " " +0,05% "



11. ábra. Agyagásvány tartalmú szuszpenziók folyási görbéje

lassítja. Az ezt követő folyamatos diszpergálás a szabaddá váló lapocskák felületének bevonására és azok hidratációs burkának képzésére folyamatosan elvon az egész rendszerből elektrolitot és vizet. Ennek következménye a növekvő szilárdulás. Mivel az egyes részecskék közötti távolság egyidejű csökkenése kapcsolatos ezzel, az elektrolitnak fölös mennyiségénél igen gyorsan kicsapódás és ülepedés állhat elő.

A távolság csökkenésével minden esetben növekednek a tixotróp erők, mert a részecskék diszpergálásával könnyebb irányítás is lehetséges.

A grafikusán ábrázolt mérési eredmények tárgyalása megmutatta, hogy valamely szuszpenzió hajlama a túl erős változásra a tárolásnál leolvasható a vonzó és taszító terület szabálytalan lefolyásából és változásából.

Az említett veszélyek növekednek, ha a massa a montmotillonit csoportba tartozó ásványokat tartalmaz, melyeknek kristályon belüli duzzadása heteken keresztül elhúzódhat. Ez azonban védő kolloidok alkalmazásával lényegesen csökkenthető.

4. Következtetések a gyakorlat részére

Az a véleményünk, hogy az általunk kifejlesztett viszkoziméter oly műszer, amelynek segítségével az agyagásvány tartalmú szuszpenziókban megállapíthatók az erők, amelyek a folyási viselkedést meghatározzák. Valamely öntőmassza optimálisnak nevezhető peptizációs anyag- és vízmennyiségének megállapításával minden különböző mérés nélkül egyidejűleg megállapítható az is, hogy az öntőmassza eléggé stabil-e, jó-e az önthetősége, jó-e a cserépképződés és a száraz hajtószilárdsága. Eddig ilyen eredményt csak hetekig vagy hónapokig tartó rendszeres laboratóriumi és üzemi kísérletekkel lehetett elérni. Az üzemben, gyakorlatban felhasznált masszák vizsgálata azt mutatta, hogy azok közül csak kevés volt optimálisan folyósítva.

5. Összefoglalás

Ismerteti a Couette-típusú struktúra viszkoziméter továbbfejlesztését az agyagásvány tartalmú szuszpenziók „viszkozitásának” mérésére.

Hat különböző agyagásványú nyersanyagot vizsgáltak meg és a kerámiai ipar több öntőmasz-száját. Szódát és vízüveget használtak fel peptizációs anyagként és Quebrocho kivonatot, mint szerves védőkolloidot. A mérések olyan értékeket adtak, amelyeknek segítségével az agyagásvány tartalmú szuszpenziókban fellépő erőket meg lehet ismerni.

Az agyag folyósodására munkahipotézist állítottak fel, hogy a mérési eredményeket magyarázzák és a folyási viselkedést megállapító, vonzó és taszító erőket elemezzék. Az eddig használt struktúra viszkozitás fogalma helyett a „képlékeny folyás” kifejezést javasolják.

A mérésekből levezeti az agyagásvány tartalmú szuszpenzióknál fellépő tixotrópiát, stabilitást, öntőképességet, „masszák öregedését” és az ezt előidéző erőket.

Kiegészítésük megállapítják a szuszpenziók litersúlyát, száraz törőszilárdságát, cserépszilárdságát, öntőképességét tixotróp dermedési idejét és p_H értékét.

Az eredmények igazolják a folyási görbék adatait. A különböző agyagásványoknál és a peptizáló anyagoknál jellemző különbségek mutatkoztak. Valamely agyagásvány tartalmú szuszpenzió optimális elektrolit tartalma nemcsak a különböző ásványi összetevőktől és azok szem nagyságától függ, hanem a szuszpenzió víztartalmától is.

A Kő- és Agyagvizsgáló Intézetben kifejlesztett viszkoziméterrel megállapított folyási görbék a következő eredményeket adták:

A kezdeti maximum és minimum megállapítása segítségével megismerhető a tixotrópia foka és annak időbeli változása.

A közepes csúsztatófeszültség tekinthető az összes képlékeny folyást megszabó erő mértékének.

A $\Delta\tau$ különbség a növekvő és csökkenő sebességénél (D') mért csúsztatófeszültségek között megmutatja, hogy a szuszpenzióban vonzó, vagy taszító erők vannak-e túlsúlyban, azaz, hogy a szuszpenzió ülepedésre és koagulációra hajlamos-e vagy stabil és optimálisan folyósított.

A görbék emelkedése és szabályos lefolyása következtetni enged a szuszpenzió stabilitására és a képlékeny folyás időtől függő változásának irányzatára. A kezdeti érték megállapítható a nyugvó és mozgó rendszerre.

A nagy területen végrehajtott mérések, melyek nemcsak a képlékeny folyás megállapítására irányultak, hanem kiterjedtek pl. a cserépképződésre és a száraz hajlítószilárdságra is, a gyakorlat részére egyértelmű eredményeket adta.

Lehmann, H. és Marx, G. (Glausthal): Agyagásványtartalmú szuszpenziók folyási viselkedésére vonatkozó vizsgálatok.

A Couette-típusú szerkezeti viszkozimétert továbbfejlesztették agyagásványtartalmú szuszpenziók „viszkozitásának” a mérése, elsősorban a kis sebesség-gradienstek tartományában.

A mérések eredményeiből felismerhetők az agyagásványtartalmú szuszpenzióban ható erők és ez a felismerés olyan hipotézishoz vezetett, amely eltér az „agyagfolyósítás” mechanizmusától.

A szuszpenzióban fennálló erőegyensúlyokból lehet magyarázatot kapni a tixotróp vázak más szerzők által ismertett „kártyavázszerkezetére” és az ilyen vázak jelentős stabilitására, még a diszpergálószer elvonása esetében is.

A mérésekből az agyagásványtartalmú szuszpenziók tixotrópiájára, stabilitására, önthetőségére, a „masszák öregedésére” és az ezeket előidéző erőkre vonhatók le következtetések.

Маркс Г. и Леман Х.: ОСОБЕННОСТИ ТЕКУЧЕСТИ СУСПЕНЗИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ.

Для измерения вязкости суспензии глинистых минералов, прежде всего, в области малых градиентов скорости было произведено дальнейшее усовершенствование механического вискозиметра типа Куэт.

Результаты измерений дали возможность опознать силы действующие в суспензии, имеющей в своем составе глинистые минералы. Это привело к гипотезе, отклоняющейся от механики растворения глины.

Создающееся в суспензии равновесие сил может послужить объяснением описанными другими авторами слабого состояния тиксотропных каркасов или же достаточной их стабильности даже в случае лишения диспергирующего агента.

Судя по результатам измерений могут быть созданы заключения, касающиеся тиксотропии содержащих глинистые минералы суспензий, стабильности их, приемлемости их к отливке, „устарения массы”, а также касающиеся усилий, причиняющих вышеприведенные явления.

Dr. Lehmann und Dr. Ing. Günter Marx: Untersuchungen über das Fließverhalten tonmineralhaltiger Suspensionen.

Ein Strukturviskosimeter vom Couette-Typ wurde zur Messung der „Viskosität” tonmineralhaltiger Suspensionen insbesondere im Bereich kleiner Geschwindigkeitsgefälle weiterentwickelt.

Die Messungen ergaben Werte, die in einer tonmineralhaltigen Suspension wirkenden Kräfte erkennen lassen und zur Aufstellung einer Arbeitshypothese führten, die sich mit dem Mechanismus der „Tonverflüssigung” auseinandersetzt.

Darüber hinaus ergibt sich von den sich in der Suspension einstellenden Kräftegleichgewichten her eine Erklärung für die von anderen Autoren nachgewiesene „Kartenhaus-Struktur” thixotroper Gerüste und für die erhebliche Stabilität derartiger Gerüste auch bei fortschreitendem Entzug des Dispersionsmittels.

Aus den Messungen wurden für die Tonmineralhaltigen Suspensionen Aussagen über Thixotropie, Stabilität, Giessbarkeit, „Alterung der Massen” und die dafür verantwortlichen Kräfte abgeleitet.

A szovjet üvegipar története

ИЗ ЗАКЛЮЧЕНИЙ КОМИТЕТА ПО НАУКЕ

A forradalom előtti Oroszország üvegipara a termelés tekintetében a tizenharmadik helyen állt a világon. Oroszországban főleg ablaküveget, palacküveget és háztartási üveget gyártottak, míg műszaki üveget (pl. laboratóriumi üveget), kristályüveget, valamint tükörüveget külföldről hoztak be. A forradalom előtti Oroszországban 275 üveggyár dolgozott, amelyek közül csak néhány volt gépesítve. Majdnem minden gyárban kézzel formáztak és az üvegtárgyakat fúvással készítették üvegfúvó pipa segítségével. Az üveggyártás nagyon primitív volt, és az üvegiparban kevés képzett szakember dolgozott. A Szovjetunióban 40 év alatt nagyteljesítményű üvegipar alakult ki kiképeztek 1000 mérnököt, akik bonyolult gépekkel és berendezésekkel ismerkedtek meg. Tudományos és technikai központok alakultak, amelyekben megoldhatók a fejlett üvegipar főbb kérdései.

I.

Az „üveg szakkifejezésének ma még nincs általánosan elismert, egységes meghatározása. Néhány nagyobb tudományos munkában a bevezetés tízféle magyarázatot is ad az „üveg” szakkifejezésre. (Pl. Morey a részletes monográfiában 26 meghatározást ad.)

Egy amerikai főiskolai tankönyvben Schooles professzor az anyag üvegfázisának 8 jellemzőjét ismerteti, melyek a következők: a határozott szerkezeti felépítés hiánya, törékenysége, melegítés hatására fokozatos lágyulás, izotrópia, hosszabb hőkezelésnél metastabilitás, átlátszóság és rossz hő- és elektromos vezetőképesség.

1941-ben az USA-ban kibocsátott monográfiában Phillips az „üveg” értelmezésére 20 meghatározást közöl.

A szovjet Tudományos Akadémia szakbizottsága a következőképpen határozza meg az „üveg” szakkifejezést: „üvegnek nevezzük azokat az amorf testeket, amelyek az olvadáskor túlhűtések keletkeznek, függetlenül kémiai összetételüktől és megszilárdulásuk hőmérsékleti tartományától, továbbá, amelyek a viszkozitás fokozatos növekedése következtében a szilárdtest tulajdonságaival rendelkeznek és amelyeknél a folyékony halmazállapothól az üveggé alakulás mindenkor megfordítható folyamat.

Van rövidebb meghatározás is, mint pl. „üvegnek nevezik az olvadék hűlésekor keletkező, törékeny, átlátszó vagy áttetsző testet”. Az ilyen megfogalmazás azonban az organikus eredetű üveggelapottú testek nagy részét nem foglalja magába.

Még mindig jelentősnek tekinthető MV Lomonoszov elképzelése az üvegről, mely még ma is aktuális, bár azt Lomonoszov 200 évvel ezelőtt alakította ki.

Az üveg fiziko-kémiai tulajdonságainak mély és sokrétű kutatása alapján Lomonoszov az üveget azzal a legjellemzőbb tulajdonsággal határozta meg, hogy belőle vékony fonál húzható és olvadékokat képez, azaz viszkózus.

Főképpen ezen tulajdonságok jellemzőek az anyagok üveges állapotára, éppen ezért az üveg szerkezeti tulajdonságainak vizsgálatánál ezeket kell alapul venni.

A szovjet tudósok 40 év alatt egész nagy kísérleti anyagot gyűjtöttek össze és közel jutottak ahhoz, hogy megoldják az üveg szerkezetének kérdését.

II.

A Szovjetunióban 1926-ban végzett kísérletek alapján a szovjet tudósok megállapították, hogy a mi országunkban a kőzetek hatalmas tömegei korlátlan nyersanyagbázist biztosítanak az üvegipar fejlődése számára.

Nagy tudósok, mint Krupszkij, Petuhov és mások, még a múlt század második felében felfigyelték az alkálitartalmú kőzetek üvegiparban való alkalmazásának problémájára.

E munkákat 1926-ban a moszkvai szilikát intézet és a leningrádi kerámiai intézet felújította.

Kitajgorodszkij, Rogyin és mások kísérleteikben tanulmányozták a következő anyagok üvegiparban való felhasználásának feltételeit: az északkaukázusi trachitét, a nálsiki vulkanikus hamut, az örmény habkőét és obszidiánét, továbbá az urali apilitét.

Vargin, Matvéev és mások behatóbban tanulmányozták a murmanszki nefelin szieniteket. Ugyanehhez az időszakhoz tartozik Kitajgorodszkij és Kárev kutatása a kohósólaknak az üvegiparban való alkalmazásáról.

1926–33-as időszakban az üveggyárakban ilyen irányú ellenőrző kísérletek folytak, amelyek kiegészítették a laboratóriumi kutatást és bebizonyították a helyi kőzetek teljes alkalmazási lehetőségét az üvegiparban.

A szovjet tudósok által kidolgozott összetételek alapján reális lehetőség van — a fémcsöveket sok esetben sikeresen helyettesítő — üvegcövek nagy méreteken való gyártására.

Lakó- és ipari épületekben ellenőrizték a szilárdított elektromos vezetékknél alkalmazott hőálló üvegcövek tartósságát és megállapították, hogy az e célra alkalmazott rézcöveket tanácsos üvegcsővel felváltani. Az üvegcövek tartósságának tanulmányozása a népgazdaság különböző ágaiiban, bizonyítja az üvegcső termelés növelésének célszerűségét. A termeléshez a kőzetek olcsó nyersanyagként szolgálnak.

Ugyanígy az építő-szigetelő anyagnak, hab-üvegnek termelésnövelésére a hegyi kőzet felhasználása rendkívüli távlatot nyújt, erről a későbbiekben lesz szó.

III.

A szovjet üvegipar jelentős sikereket ért el az ipari üvegek összetételének kidolgozásában, valamint az ipari és műszaki üvegek új előállításának kialakításában.

Iparunk jelenleg kb. 100-féle optikai üveget használ fel. Az optikai műszerüvegekkel szembeni követelmény azok feladatától függően más és más. Az optikai üveg rendkívül egyenletes. A színtelen optikai üvegben az átlagos fénynyelésnek minimálisnak kell lennie és a legjobb üvegnél az abszorpciós együttható max. 0,008. Az optikai üvegek nomenklaturája nagyon különböző. Meg kell említeni elsősorban a szemüvegek nagy választékát. Nélkülük az emberek milliói meg lennének fosztva az olvasástól és munkalehetőségtől. Idetartoznak a szemüvegeknek védő- és más speciális formái is.

Az új fotoobjektívek lehetővé tették a fototechnika tökéletesítését. A légi fényképezés az utóbbi években nagy sikereket ért el. A korszerű csillagászati tudomány rendkívül nagy teljesítményű berendezésekkel rendelkezik, amelyek nagy méretű és finom minőségű optikai üveggel vannak felszerelve. Az elméleti- és az asztrofizika nem tudott volna fejlődni üveg nélkül. A finom kutató- és mérőtechnika műszereinek készítése is az üveg sokoldalú felhasználásán alapul.

A technika és a népgazdaság minden ágában a kutatómunka fejlődése szoros kapcsolatban van az olyan fizikai műszerek százainak alkalmazásával, amelyekben fő és alapvető rész az optikai üveg.

Országunkban az optikai üveg előállításának szervezésével és fejlesztésével egyidőben a hazai izzólámpa és elektrovákuum üvegtermelés is fejlődik. Meg kell jegyezni, hogy Oroszországban 1914-ben nem volt kifejlődve az izzólámpa termelés. Izzólámpát és izzólámpa-ballont Németország exportált, nemcsak a cári Oroszországba, hanem Angliába, Franciaországba, Olaszországba és az USA-ba is. Az elektrovákuum és optikai üveg termelését csak tudományos alapon lehetett megszervezni. Az izzólámpaballon gyártás nehézségei több helyen a munka megszüntetéséhez vezettek és ennek az üvegnek a termelését kizárólag a Zaprudenszki-i gyárban összpontosították, ahol sikeres fejlődést értek el. Németország és az USA

ebben az időben kizárólagosan csak magas ólom tartalmú üvegösszetételt alkalmazott (24–33% PbO).

A kis ólomtartalmú üveggyártás eredeti szovjet módszerének kidolgozása lehetővé tette, hogy már 1922-ben az izzólámpa gyártásnál addig használt drága platinát fel lehetett cserélni egy olcsóbb, ún. „platinit” ötvözzel.

A nálunk és külföldön alkalmazott izzólámpaballon üvegösszetételeit az 1. táblázat szemlélteti.

Jelenleg a népgazdaság különböző ágaiban, az elektrotechnikában, a szállításban, az orvosi gyakorlatban stb. széleskörben alkalmaznak különleges tulajdonságokkal rendelkező üvegeket.

Különleges fényforrások a higanygőz lámpák, amelyek ultraibolya sugarakat bocsátanak ki. Az ilyen lámpák ballonját hőálló és csak az ultraibolya sugarakat átengedő üvegből kell készíteni. A kvarcüvegből gyártott higanyos lámpákat az orvosi gyakorlat, az élelmiszeripar stb. használja a mikroorganizmusokkal szemben vívott harcban.

Az utóbbi időben mind nagyobb mennyiségben gyártanak lumineszkáló, azaz nappali fényt kibocsátó lámpákat.

A technikában széles alkalmazást nyertek a fénycsövek (gázkisüléses lámpák). Idetartoznak pl. az ún. nátriumgőzlámpák, amelyek gyártásához speciális összetételű üveget dolgoztak ki, olyat, amelyik csak a sárga spektrumvonalat engedi át és ellenálló a nátriumgőzök hatásával szemben. Ilyen lámpákat sikeresen alkalmaznak utak megvilágításánál, mert mint ismeretes a sárga fény a ködön keresztül is jól látható és így nagyobb világosságot biztosít az országutakon és fő útvonalakon. Az opál- és a tej fény szóróüvegek az épületekben és utcai világításra alkalmasak. Ezek összetételét a Szovjetunióban az üvegintézetben 1932-ben dolgozták ki.

Az optikai jelzőberendezések *fényjelző lencsés* szintelen és színes (piros, sárga, zöld) üvegből készülnek. A fényjelző készülék jelzése biztosítja a veszélytelen közlekedést a vasutakon, autóutakon, a nagyvárosok utcáin, valamint a tengeri és folyami hajózásban. Az önműködő zárószerszék létrehozása a vasutakon, a nagyobb és veszélytelen forgalom megvalósítása lehetetlen lett volna a színes jelzőlencsék nélkül.

1. táblázat

Évszám	Az üveg neve	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	PbO	Na ₂ O	K ₂ O
1922.	<i>Philips</i> (Hollandia)									
	lombikok	63,47	0,85	0,18	0,47	0,27	—	22,43	a különbség alapján	
	csövek	57,70	0,79	0,18	0,44	0,29	—	29,01		
1922.	<i>Osram</i> (Németország)	57,30	2,0	—	—	—	—	28,87	6,33	6,16
1922.	<i>Zaprudnyenszki gyár</i>									
	lombikok N° 10	71,15	0,86	0,23	5,36	0,36	—	5,60	a különbség alapján	
	csövek N° 16	68,86	1,02	0,12	5,23	0,31	—	9,10		
1947.	N° 16	69,59	—	—	3,94	—	—	10,20	10,59	5,09
1952.	BD-1	69,40	—	—	5,50	3,50	5,0	—	12,50	4,10

1932-ig a színes és színtelen jelzőlencsákat az USA-ból importáltuk.

Az önműködő fényjelzőberendezések fejlesztéséhez százezernyi jelzőlencsére volt szükség, amely milliókba került. Ezért meg kellett szüntetni a külföldről való behozatalt. Az üvegintézetben kutatásokat végeztek és a kísérleti gyárakban pedig megoldották a színtelen, zöld, narancssárga és vörös fényjelző lencsék gyártását.

A határozott optikai tulajdonságokkal rendelkező zöld és rubinüveg összetételének megállapítása volt a legbonyolultabb. Ezt a feladatot 1932-ben Malo Viserben oldották meg, ahol a színes lencsákat sikerült előállítani. A technikában nagy jelentősége van a fényszűrő síküvegnek, amely határozott áteresztőképességgel rendelkezik a spektrum látható vagy láthatatlan részeivel szembe. Iparunk nagymennyiségben képes kibocsátani olyan ablaküveget, amely az ultraholya sugarakat átengedi. Ilyen üveget felhasználhatunk gyermekotthonok, kórházak, szanatóriumok, valamint lakóházak üvegezésére. Az ilyen üvegen keresztül jutnak a helyiségbe az emberek egészségére hasznos ultraholya napsugarak.

A szovjet üvegipar elsajátította a nagyszámú színes, színtelen, átlátszó és nem átlátszó fény-szűrők gyártását, amelyeknek határozott fény- és színjellemzőik vannak.

A Szovjetunióban jelenleg elkészítették a színes fény-szűrők katalógusát és az üvegipar elő tudja állítani a spektrum látható és láthatatlan részének abszorbeálására szolgáló bármely üveget.

Mint ismeretes, az üveg kiváló dielektromos tulajdonságokkal rendelkezik, éppen ezért *villamoszigetelőket* készítenek belőle. A szigetelőüvegnek különös jelentősége van a modern rádiótechnikában, mivel az üveg a szükséges elektrofizikai tulajdonságokat fel tudja venni. A rádiókészülékek gyártásánál nagyon fontos, hogy az üveg a minimális dielektromos veszteséggel rendelkezzen. A rádiótechnikában széles körben alkalmazzák az üvegnek különböző fémekkel való összeforrasztását. Szükséges volt, hogy erre a célra kidolgozzanak nagyszámú speciális összetételű üveget. Az üvegtechnika megoldotta az üvegnek fémekkel, valamint a legkülönbözőbb összetételű ötvözetekkel való tartós forrasztását. Ezáltal sikerült olyan üveget létrehozni, amely pontosan adott termikus és elektrofizikai tulajdonságokkal rendelkezik. A legbonyolultabbnak bizonyult az üvegnek fém-mel való összeforrasztásánál a hegesztési sáv kialakítása. Nagyon sok hegesztés 0°C feletti hőmérsékleten jól bevált, viszont 0°C alatti hőmérsékleten – az üvegnek és fémnek hőtágulási együtthatója közötti nagyobb különbség, valamint a fém kristályszerkezetében mutatózó változás következtében – tönkrement.

Az üvegszálakból készített különböző szalagokat és szöveteket elektromos izolálásra lehet felhasználni. Az ipar jelenlegi felkészültsége elég nagy ahhoz, hogy az üvegszálból készített anyagokkal a szükségletet fedezze.

A speciálisan létrehozott üvegszál-intézet sikeresen fejlődik. Az *üvegszál* az üvegolvadék speciális hurokfejen való nagysebességű húzásával ál-

lítják elő. Az üvegnek ilyenfajta – szakadás nélküli – húzása csak akkor valósítható meg, ha az üveg meghatározott deformációs tulajdonsággal rendelkezik. Ebben a bonyolult technológiai folyamatban fontos tényező az üveg hajlíthatósága és a szükséges megszilárdulási sebesség. Minél vékonyabb az üvegszál, annál tartósabb és rugalmasabb a belőle készült üvegszövet. Az üvegszálak tartóssága erősen nő, ha átmérőjüket 10–15-ről 2 mikronra és kisebbre csökkentjük.

Az elektromos szigetelésre használt üvegszálnak alkálimentesnek kell lennie. Az alkálimentes üvegszál nagy dielektromos képességgel rendelkezik. Mivel az ilyen szigetelő nem gyúlékony és kémiaiilag is ellenálló, ezért a gépgyártásban szinte helyettesíthetetlen anyagként szerepel. Lap formájában hőszigetelőnek is alkalmazzák. Az ilyen hőszigetelő 500°C -ot is kibír. Csővezetők szigetelésére is használják és fémhálóba préselve, a levegőnek portól és koromtól való tisztítására is alkalmas.

Újabbban az üvegszálat a könnyűipar textil-szövet gyártására használja. Az üvegszálat és szövetet kombinálni lehet más szálakkal.

A Szovjetunióban több éven át végeztek kutatást a szerves anyagokkal kombinált üvegszál tartósságára. Két üvegszerű, szerves és szervesetlen anyag egyesítve, hatalmas távlatokat tár fel.

Az elektromos szigetelőanyagokhoz tartozik a pikkelyes üveg is, mivel teljes mértékben helyettesíti az ismert kiváló szigetelő tulajdonsággal rendelkező csillámot. A pikkelyes üveggyártásnál a pikkelyek vastagsága döntő jelentőségű. A pikkelyeknek olyan vékonyaknak kell lenni, hogy könnyen tudjanak deformálódni és a felületen egymáshoz tapadni. Egy-egy pikkely vastagsága 1–5 mikron. Csak az ilyen pikkelyekből lehet különböző vastagsággal rendelkező tartós, pikkelyes üveglapokat gyártani. A pikkelyes üvegbe fém-szálat is olvaszthatnak be. A pikkelyes üveg nagyon hasznos lesz a legújabb technika több ágában.

Az üveglaboratóriumokban, tudományos kutató- és tanintézetekben, mindenütt alkalmazzák a kémiai laboratóriumi és készüléküveget. Több száz fajta kémiai laboratóriumi üvegtermék van. A kémiai és hőálló készülék-üvegből egyenes és hajlított csöveket, lepárló berendezéseket stb. gyártanak. Az üveg, mivel átlátszó, a végbemenő folyamatok megfigyelésére igen jól alkalmazható műszaki berendezéseknél. A hazai kémiai laboratóriumi edények gyártásának megszervezésében sokat dolgozott D. I. Mendelev közeli tanítványa és barátja V. E. Tiscsenko. Még 1900-ban a párisi kiállításon a druzsnogorszki üveggyár arany érmet kapott a V. E. Tiscsenko által kidolgozott 23-as számú üvegből készített kémiai laboratóriumi edényekért.

A hazai üvegipar teljes mértékben elsajátította a kis alkálítartalmú boroszilikát hő- és kémiaiilag ellenálló üveg gyártását, amely minőségben vetekszik a híres „pireksz” üveggel. Ebből az üvegből készítik a tűzálló konyhaedényeket –

serpenyőket, lábasokat – de különböző technikai célokra csöveket és csövecskéket is.

A modern technikában különleges helyet foglalnak el a kvarc és kvarcszerű üvegek, amelyek magas hő, mechanikai és kémiai ellenállóképességgel, valamint jó dielektromos tulajdonságokkal rendelkeznek. Az átlátszó kvarcüveg átengedi az ultraibolya sugarakat, Mivel ilyen sok jó tulajdonsággal rendelkezik, ezért a tudomány és technika kitűnően fel tudja használni. A saválló edényeket is kvarcüvegből gyártják. Az utóbbi időben ebből kezdték gyártani az üvegolvaszó kemencék tűzálló falát. A kvarcüveg kiváló elektrofizikai tulajdonságokkal rendelkezik, éppen ezért belőle gyártják az elektromos szigetelők különböző típusait is. Előreláthatólag az üvegolvasztás magas hőfokon való fejlesztésével (1600–1700°) a kvarcüveget és válfajait – kvarc és kvarcidos üveget – a gyakorlatban még szélesebb körben fogják alkalmazni. Ezen a téren nagy sikereket értek el a Lomonoszov-gyárban a kvarc és kvarcidüveg előállítására terén – amelyek nem rosszabbak az ismert „vicor” üvegnél.

U. V. Grebenscsikov Leningrádban és I. I. Kitajgorodszkij Moszkvában végzett kísérleteket.

Moszkvában a Mendelevjev-ről elnevezett Kémiai Technológiai Intézet laboratóriumában kísérletek folytak a *magas kovásv tartalmú porózus testek* alacsony hőfokon való előállítására, ellentétben a szokásos módszerrel, mely szerint a kvarcüvegport 1500°-on hevítik. Az új módszer a következő: Az összetevő rész két üvegből áll: kvarcüveg (99,9% SiO_2 tartalmú) és speciális boroszilikát üveg. Mint a korábbi kísérletekből kitűnik, a boroszilikátüveg speciális termikus megmunkálás mellett két üvegfázisra rétegeződik, melyek szorosan össze vannak keverve, merőben különböző kémiai összetétellel és tulajdonsággal rendelkeznek. Az egyik 95% SiO_2 és 5% más oxidokat tartalmaz és saválló, a másik csak 10% SiO_2 és 90% más oxidokat tartalmaz és savban könnyen oldódik.

Ha az ilyen rétegzett üveget porrá törjük és kilugozzuk normál forrásban lévő sósavval, akkor sikerül feloldani és eltávolítani majdnem minden – kémiailag kevésbé ellenálló – fázist.

A kémiai összetételre végzett kísérletek megmutatták, hogy a termék – a kezdeti összetételtől függően – 96–98% SiO_2 -t tartalmaz, amely majdnem tiszta kvarcüvegnek felel meg. A kémiai összetételből következik, hogy az anyagnak különféle hőmérsékleten, különböző koncentrációjú sávszemből is nagy az ellenállóképessége (kivéve a HF és H_3PO_4).

Nagy szilíciumtartalma következtében magas hőálló tulajdonságú. Az anyag változás nélkül kibírta az 1350°-ról 18°-ra való gyors hűtést. A lágyulási hőmérséklete 1480° felett van. Ezzel a módszerrel tehát sikerült magas szilíciumtartalmú porózus anyagot előállítani a szokottnál kétszer meg kisebb hőfokon, azaz 1500° helyett 750°-on.

Az üveg mechanikai szilárdságának fokozása és a védőüveg előállítása, szoros kapcsolatban van az autó- és repülőépítés fejlődésével.

A hazai ipar már az 1920-as években elsajátította Donbassz gyáraiban a sokrétű szilánkmentes és az edzett üveg gyártását, amely „Sztalinit” néven ismeretes.

1942-ben a Szovjetunióban vezették be először a központosított üveg edzést, amely az edzett üveg mechanikai szilárdságát növeli. Az edzett üvegek kiváló tulajdonsággal rendelkeznek: szét-törésnél nem hegyes szilánkok keletkeznek, amelyek az embert megsebzik, hanem sok apró részre törnek szét.

Sok esetben az edzett üveget organikus üveggel vagy organikus alátétellel kombinálják. Az ilyen sokrétű üveg különösen magas mechanikai szilárdsággal rendelkezik. Az edzett üveg kiváló hőállóképeségű és 200°-nál magasabb hőmérsékletet is könnyen kibír.

Nagyon érdekes az üveg *izotermikus formálási módja*, amely lehetővé teszi vastagfalú préselt tárgyak gyártását, hő- és mechanikai megmunkálás nélkül.

A módszer lényege a következő: minden adott rétegben (éspedig az alapsíkkal párhuzamos metszetben) biztosítják az egyenlő középhőmérsékletet, a külső és belső rétegek közötti elkerülhetetlen hőmérsékleti gradiens (a teljes lehűlés pillanatáig) és a szimmertikusan elhelyezett rétegek hőmérsékleti egyenlősége mellett.

Ezáltal pl. a sík üvegtestek formálásánál (lap, lemez) az oldalélek egészen a megkeményedés pillanatáig képlékenyek maradnak, ami biztosítja az egyenletes zsugorodást. Az egyenlő középhőmérsékletű anyag létrehozása és a test belső feszültségének kiegyensúlyozása technikai feladat, amelyet izotermikus formák és formáló elemek használatával oldanak meg. (Kerek, öntőasztalok stb.).

Az üvegtárgy felületi finomságának biztosítására, sok esetben a formáló elemek és a formák készítésénél hőálló anyagokat kell kiválasztani (speciális acél vagy kerámiai massa stb.) és megfelelő felületi megmunkálást kell adni. Az izotermikus módszer elsődleges kísérleti ellenőrzése az üveglapok préselési feltétele mellett folyt le. Ezt a módszert azután más üvegtárgyak gyártásánál is alkalmazták.

IV.

Az üvegnek, mint építőanyagnak nagy jelentősége van. Eddig magas ára miatt nem alkalmazták, de ha olcsóbb lesz, sok építőanyagot felvált-hat.

Az építőüvegek különböző színűek lehetnek; a látható sugarakat át nem eresztők és a láthatatlan hő- és viasugarakat átteresztők. Kémiai, mechanikai és termikus ellenállóképességgel kell rendelkezniük.

A színtelen üveg fémhálóba olvasztva ún. drótüveget vagy üvegfémet ad. A hőálló és mechanikai szilárd üvegből lehet készíteni csöveket, fémvázas oszlopokat, állványokat. Jelenleg a fémhálóval összeolvasztott táblaüveg mechanizált módszerrel készül, hatalmas panelek formájában.

A szintelen üveget az építészet fel tudja használni üreges testek, üvegtégla és blokk készítésére. Az utóbbi időben sokat fejlődött a Szovjetunióban az üreges blokkok gyártása és alkalmazása. A blokkok felszíne redőzött, amely biztosítja a fény szétszórását úgy, ahogyan azt a tervező és az építész megkívánja.

A színesüveg gyártásra jól felhasználható az ásványi és fémtelen kőzetek korlátlan tartaléka. E kőzetek különbözősége, hatalmas tartalékuk, lelőhelyeik nagy száma, a könnyű bányászás, átdolgozás és olcsóságuk következtében ez a nyersanyag nagy szerepet fog játszani az építőüveg termelés fejlesztésében.

Az átlátszó színes üveget, a hegyikőzetből és a fémtelen ásványból préseléssel, fűvással, öntéssel, húzással lehet előállítani, így bármilyen alakú építőelem készíthető belőle.

A nem átlátszó színes üveg társadalmi épületek díszítésére használható. A mennyezetet és a falat különböző színű lapokkal díszíthetjük, amelyek megfelelő világítás mellett a helyiségnek a kívánt szín- és fényeffektust adják.

A tervezők, művészek és díszítők számára új lehetőségek nyílnak az épületek díszítésére, építészeti egységek létrehozására.

Az *épületdíszítő üveghez* tartoznak a különböző színű burilló- és falazó lapok. A színes táblaüveg nagyméretű falfestmények megalkotására szolgál.

Sajnos nagyon korlátozott méretekben állítanak elő és használnak színes, nem átlátszó üveget, melynek részecskéiből mozaikképek is készíthetők. M. V. Lomonoszov tanulmányozta a mozaiktechnikát és gyönyörű mozaikképeket alkotott. A moszkvai Metró állomásain a mozaikfestményt P. Korin és ukrán mozaisták készítették, melyek arról tanúskodnak, hogy feltétlen helyre kell állítani a mozaikművészetet és alkalmazni kell szovjet városaink díszítésére. A színes, nem átlátszó üvegben a festék erősen és tartósan megmarad 1000 évig is. Éppen ezért nagyon jól használható társadalmi és történelmi emlékművek építéséhez. Semmilyen más anyag (ideszámítva a színes mázzal és üveggel bevont kerámiát is), nem tud olyan időálló lenni, mint az üvegmozaik.

Díszítési célokra az üveg nagyon előnyös anyag, mivel a legkülönbözőbb módon kivitelezhető. Az üveg mechanikai, kémiai, termikus és festői megmunkálásra alkalmas. Homoksugaras megmunkálással és sablonok segítségével művészi rácsok, vitrázsok, feldomború és domború tárgyak készíthetők belőle. A sokszínű építőelemet maratással lehet előállítani. A megfélemlő maratási folyamat mellett az üveg felülete homályos lesz, amely díszíthető vékony fémrétegekkel. Az építésszek előtt nagy lehetőségek nyílnak a díszítő üveg kihasználásában, amelyet kombinálni lehet fémmel, kerámiával, kővel a társadalmi és polgári építkezéseknél. Az üveget, mint építészeti anyagot mind határozottabban alkalmazni kell. A Szovjetunióban 1942-ben hirdették ki az új építőszigetelő anyag — a habüveg — előállítási lehetőségét és 1939-ben a világon először nálunk

állítottak elő iparméretű habüvegblokkokat. Jelenleg a hazai üvegyárakban állítanak elő habüveget. Egyidejűleg tömeges termelés is folyik és új kemencéket és apparátusokat alkotnak, amelyek olcsóbbá teszik a termelést.

A habüveg térfogatsúlya — 0,2—0,5 g/cm³, hővezetési tényezője : 0,04—0,12 Kcal/m óra fok, nyomószilárdsága : 15—100 kg/cm², nedvesség elnyelése : 0,5%-ig, nedvátlagolása : 0, a kapilláris diffúzió : 0, hangnyelési együtthatója : 0,49-ig 125—4000 hercz rezgésig. A habüveg úszik a vízen. Fűrészelik és munkapadokon fához hasonlóan megmunkálják. Alkalmazástól függően a habüveg három osztályba osztható : hőszigetelő, hangszigetelő és építő. Minden egyes osztály sajátos struktúrával és fiziko-kémiai tulajdonságokkal rendelkezik. A nedvátneremesztő, zárt pórusokkal rendelkező habüveget, mint építő-szigetelő és szigetelőanyagot, hőszigetelésre használják. A közvetítő pórusokkal rendelkező, helyesebben szivacs üveget, a rádióstúdiókban, koncerttermekben stb., mint hangnyelő anyagot alkalmazzák. Szűrőanyagként is felhasználható. A habüveg nem ég és nem szolgál a mikroflóra és mikrofauna fejlődési közegéül, térfogatállandóságát megtartja, szemben a legtöbb szigetelőanyaggal, amelyek a nedvességet felveszik és felpuffadnak, ami idővel a hővezetési tényező megváltozásához, s az anyag szigetelőtulajdonságának csökkenéséhez vezet.

A D. I. Mendelevjevől elnevezett Moszkvai Kémiai Technológiai Intézetben 1951-ben új mikroporózus habüveget állítottak elő. A mikroporózus üveg készítésének folyamata a következő alapokon nyugszik. A habüveg fiziko-kémiai tulajdonságait meghatározza : az egységnyi térfogatban lévő pórusok száma, a pórusok átmérője és felépítése (zárt vagy közvetítő pórusok). Mint már rámutattunk, a pórusok méretére és mennyiségére hatással van a felhasznált üvegpórus és a gázképző diszperziós állapota, mégpedig : a szokott módszer szerinti száraz keverésnél nagyobb méretekben inkább az üvegpórus diszperziós állapota hat, nem pedig a gázképző.

Kísérleteket végeztek, melynek alapján a következő eredményekre jutottak :

1. Egyszerű mikropórusos szerkezettel rendelkező habüveg előállítására a gázképzőt a habüveg keverékébe be lehet vinni valóságos oldatok és vizes szuszpenziók formájában, az üveg és gázképző közös nedves őrlésének útján.

2. Az üveg nedves őrlése biztosítja az üvegpórusok szemcséin a kovasavgelé hártájának kialakulását, amely a gázképzőt jól abszorbeálja.

3. Ha a keverék összeállításánál kokszt és kréta vizes szuszpenzióját alkalmazzuk, a szuszpenziók stabilizálását a nedves őrlési folyamatban az üveg részleges kilugozásával érjük el.

4. A nedves őrléssel előállított habüvegnek következő jellemző adatai vannak : a pórusok legkisebb átmérője 3,5—7,5, a mikroporózus anyag térfogatsúlya 0,33—0,7 g/cm³. A pórusok a szódás habüvegénél zártak, a kokszos habüvegénél zártak és részben közvetítők, a krétás habüvegénél közvetítők ; a nyomószilárdság 100—110 kg/cm².

A mikroporozus habüveg új technikai anyag, amelynek nagy a jelentősége konstrukciós feladatok megoldásában.

A habüveget jelenleg nagy sikerrel alkalmazzák a polgári építkezésben, alacsony hőmérsékletű hőszigetelésre. A habüveg alkalmazási területe minden évvel nagyobb lesz.

V.

Az üvegintézetben belül az 1913-as években kísérleteket végeztek az üvegeképződés elméletével kapcsolatban. A cikk szerkesztőjének munkája alapján kidolgozták és megalapozták, valamint 1935-ben gyakorlatilag ellenőrizték az üveg vékonyrétegű olvasztásának elméletét.

Ezek a munkák fordulópontot jelentettek a legnagyobb üzemek munkájában, amelyekben már bevezették az intenzívebb módszereket. Az üvegolvasztás és üvegmegmunkálás intenzív módszere, amely most már szilárd alapokon nyugodott, lehetővé tette, hogy 1936-ban 92 000 000 m² ablaküveget gyártottak (1935-ben: 60 millió m²), új üzemek létrehozása vagy a meglévők átépítése nélkül.

Az üvegyártás technológiájának intenzív módszere tette lehetővé, hogy pótberuházás nélkül 5%-kal emelték az üzemek termelékenységét.

Ehhez a problémához három feladatot kellett megoldani:

1. Az üvegolvasztás folyamatának meggyorsítását a meglévő üvegolvasztó kemencék hasznos területének növelése nélkül.

2. Megváltoztatni az üveg összetételét oly módon, hogy könnyebben olvadó, formálási hőmérsékleten pedig nyúlékonyabb legyen, de ugyanakkor határozottan csökkenteni a kristályosodási hajlandóságot.

3. Tanulmányozni a gyorsformázó gépek munkáját, növelni az üvegszalag nyújtási sebességét és ilyen feltételek mellett normális lágyítást biztosítani.

Az első feladatot gyakorlatilag a konstánty-novkai üvegyárban sikerült megoldani először a világon, a vékonyrétegű üvegolvasztás elméletének lefektetésével.

Az adalék periódikus adagolásával szemben, amely 1935-ben nálunk is és az összes külföldi gyárakban egyetlen elfogadott forma volt (ide számítva az USA üvegyárait is). A konstánty-novkai gyár kádke-mencéjét átalakították az adalék folyamatos adagolására, amely a kádke-mence felszínén vékony rétegben és kicsiny csomókban rendeződött el.

Az adalék vékony rétegben való megolvadása — mint ahogy ezt már a gyakorlat is igazolta — nagy sebességgel megy végbe, mert a részecskék három „radiátor” — a konvekció és kisugárzás segítségével felülről és a megolvadt üveg hővezetésével alulról — segítségével felmelegednek. A disz-szociáció folyamatai gyorsan és könnyen végbemennek. Az adalék vékony rétegből a gáz könnyen távozik a kemence feletti térbe. A szilikát-képződés folyamatai gyorsan végbemennek és az adalékporban végbemenő endoterm reakció fel-

tételeit a minden oldalról áramló hő biztosítja. A meg nem olvadt részecskék nem tudnak az üvegmassza mélyébe hatolni, mert a fajsúlyuk majdnem kétszer kisebb. A tisztulási folyamat a szilikátképződéssel csaknem egyidőben megy végbe.

Az 1932–34-ben végzett kísérletek eredményei, melyeket az üvegintézetben végeztek, a gyakorlatban teljesen beigazolódtak. A vékonyrétegű üvegolvasztás elmélete teljes elismerést nyert és ezt a módszert be is vezették az összes hazai üvegyárban. A vékonyrétegű üvegolvasztást később Európában és az Egyesült Államokban is bevezették.

Az üvegintézetben másik irányban is folytatózó munka az intenzív üvegolvasztással kapcsolatban, melynek alapját a következő elvek alkotják:

1. Az üvegeképződés és tisztulás folyamatát föltétlenül aktivizálni kell;

2. az üvegeképződés aktivizálása csak akkor lehetséges, ha a radiátor és az abszorbeáló, azaz a kemencegázok és az adalék között a legszorosabb az érintkezés;

3. a kemencegázok és az adalék közötti maximális hőátadás csak az adalék lebegő állapotban levő olvasztásával lehetséges;

4. az adalék lebegő állapotban levő olvasztását vízszintes, ferde vagy vertikális kamrákban végezhetjük;

5. a lebegő állapotban való olvasztás csak akkor végezhető, ha az adalék nem rétegződik;

6. a kitisztulás folyamatát aktivizálni kell a gáz üvegmasszából való eltávolításának útján és az esetleg bennmaradt gáz egyensúlyi állapotának biztosításával;

7. a gáz kényszer-eltávolítása Stoks-törvényén alapszik, amely szerint a gáz eltávolításának sebessége folyékony közegből, a viszkozitással fordítva és buborék átmérőjének négyzetével egyenesen arányos;

8. a gázbuborékokat mechanikus módszerrel lehet növelni.

Az első elvből következik, hogy meg kell találni azokat a feltételeket, melyeknél az adalék a kb. 10–12 m/sec sebességgel mozgó kemencegázok áramlatába jutva, nem rétegződik. Jelenleg ez a feladat pozitív értelemben megoldódott.

A második követelmény: olyan feltételek létrehozása, melyek biztosítják a lebegő állapotban levő olvasztásnál a gyors üvegeképződést. Ezt a feladatot három irányban oldották meg:

a) annak a kérdésnek tisztázása, hogy milyen hőmérsékleten és milyen időtartam alatt alakulnak át az adalékrészecskék üvegmasszává, melyből teljesen hiányoznak a meg nem olvadt részecskék;

b) milyen aerodinamikai tényezőket lehet biztosítani az olvasztókamrában az alatt az idő alatt, míg az adalékok teljesen üveggé alakulnak;

c) milyen hőtechnikai tényezők biztosítják a szükséges hőmérsékleti és sebességi feltételeket.

A feladat első részének megoldásához laboratóriumi feltételek között kellett tanulmányozni

az adalékreszecskek üveggé alakulásának kinetikáját. Az így kapott adatok lehetővé tették azoknak a technikai normáknak a megállapítását, melyek szükségesek az aerodinamikai és hőtechnikai folyamatok tervezéséhez. A kérdés második részének megoldása elég bonyolult. Az aerodinamikai számítások azonban megerősítették olyan feltételek megalkotásának lehetőségét, melyeknél a kemencegázok sugara és az adalék áramlás a meghatározott és szükséges irányban fog mozogni.

A hideg hidro- és aero modellben, valamint a forró olvasztó kamrában végzett kísérletek igazolták és korrigálták az elméleti számításokat.

Ismeretesek és ellenőrzöttek azok az optimális feltételek, melyek mellett el lehet érni, hogy a massa egy bizonyos ideig lebegő állapotban maradjon.

A kapott eredmények képezik az olvasztókamra méretezésének alapját termelékenység szempontjából.

A feladat harmadik része a hőtechnika, a legbonyolultabb.

A hőtechnika eddigi tapasztalatai lehetővé teszik, hogy az olvasztókamra meghatározott részeiben a szükséges hőmérsékletet hozzuk létre. Természetesen törekedni kell minél tömörebbre készíteni, hogy a kisugárzási veszteség minél kisebb legyen. Mindazt az eredményt alkalmazni kell, amit a hőtechnika elért az utóbbi időben, a távozó gázok melegének kihasználása terén.

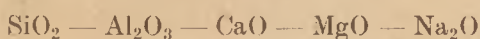
Létre kell hozni egy olyan kisebb kádat is, amelyben végbemehet a lebegő állapotban átalakulásra nem képes részecskek üveggé válása.

A harmadik feltétel az üvegmassa gyors és teljes kitisztulásának biztosítása. Az üvegmassa tele lesz buborékokkal (nagyobb mennyiségben, mint az eddig ismert üvegolvasztásnál). Helytelen nagyméretű kádatokat alkalmazni, amelyekben a gázbuborékok eltávolítása hosszadalmas.

Az üvegintézetben ellenőrizték a különböző javaslatokat, a buborékok gyors eltávolítására kísérleteket végeztek glicerinnel és szirup keverékével, tanulmányozták a buborékok mozgási feltevélet különböző viszkozitás és serkentő módszer mellett. A mechanikus serkentés módszere abban áll, hogy az apró buborékokat összegyűjti, így a nagy buborékok könnyen feljönnek a felszínre.

A modelleken végzett kísérleti munkák lehetővé tették a célszerűbb kényszer tisztítási módszert. A hőtani számítások azt mutatják, hogy 1 tonna üvegmasszára kb 1000 kalóriát kell felhasználni, amely csupán 20%-a a jelenlegi normának.

A második feladatot úgy oldották meg, hogy a belgiumi keverési arány helyett az öt komponens keverési arányú üveget állították elő a következő rendszerben:



Évtizedeken keresztül nem sikerült kiküszöbölni az üveg hibáját a „sávot”. Ezek lehetnek: kémiai, hőmérsékleti és likvációs sávok.

Egyesek feltételezték, hogy a csíkot az adalékok különmeműsége és az üvegmassa tökéletlen olvadása okozza; mások szerint a csík a csónak oldalának kopásából adódik. Vannak, akik az üvegmassa feletti gáztérben levő hőmérsékletkülönbségekben keresik az okot.

Éppen ezért javasolták az üvegmassa és a felette levő gáz állandó keverését. Néhányan ajánlották az üvegmassa elektromos hevítését a csatornában. Nagyon sok javaslatot kipróbáltak a gyakorlatban, de egyik sem vált be.

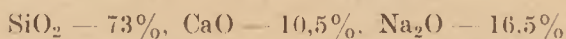
Az üvegmassa, hol kémiai, hol pedig hőmérsékleti különmeműsége azzal magyarázható, hogy a kristályosodás első szakaszában a szerkezeti elemek átrendeződnek. Látható kristályok nincsenek, de az üvegmasszában már vannak kristályosodási centrumok (vagy a jelenlegi elképzelések szerint monokristályok) és ez vezet az üveg különmemű rétegeinek képződéséhez, mivel ezek a kristályok ott koncentrálódnak, ahol a kristályosodáshoz a legmegfelelőbbek a feltételek. A kristálycentrumok főleg a két fázis határán, tehát a felszínen, keletkeznek, s csiszolással könnyen eltávolíthatók. Ha az üveg egyenlőtlen sávok nemcsak a felületen helyezkednének el, hanem az üveglap teljes vastagságában. Így behozást nyert, hogy a sávosság szerkezeti eredetű.

Az üvegiparban vannak olyan területek, amelyekben feltétlen szükséges az üvegszerű olvadék kristályosodási hajlama. Ehhez a területhez tartozik pl. az öntött tűzálló anyagok technológiája.

Sok kerámiai anyag (porcelán, fayance, technikai, szigetelési és építőkerámia) üvegfázisának kristályosodási hajlama hatást gyakorolt a kérdéses anyag végleges tulajdonságaira. Ezt a kérdést még nagyon keveset tanulmányozták, bár kutatása új tulajdonságokkal rendelkező anyag feltáráshoz vezethetne.

A Szovjetunióban az 1920-as években kutatásokat végeztek az üveg kristályosodásának területén, mivel bebizonyosodott az ún. „normális” üveg használhatatlansága lemezüveg készítésére.

Ezt a belga „Fourcault” módszerével gyártották a következő keverési arányban:



Az öt komponens ipari üveg kristályosodását először a Szovjetunióban 1926-ban tanulmányozták. Az idetartozó munkában foglalkoztak azzal a kérdéssel, hogy hogyan hat az alumínium és magnéziumoxid a nátrium-kalcium üveg kristályosodására. Az eredmények alapján kidolgozták —a ma már az iparban is alkalmazott— alumínium-magnézium összetételű üvegeket. Ezt az összetételt (71,5% SiO_2 ; 1,5–1,8% Al_2O_3 ; 8,5% CaO ; 3,5% MgO ; 14,8% Na_2O) később Nyugateurópa és az USA ablaküvegyárai is alkalmazták és az utóbbi 15 év alatt általános elismerést nyert. Kémiai ellenálló és aránylag minimális kristályosodási képességű.

A hazai gyártmányból a szalag 65–120 m/óra sebességgel húzható, miközben a kristá-

lyosodás teljesen megszűnik és a kémiai ellenálló-képesség növekszik. Így a meglevő gépek segítségével fel tudják dolgozni a vékonyrétegű üveg-olvasztásnál nyert nagyobb mennyiségű üveget is. A 3. feladat lényegileg a gyárban nyert megoldást. Az ipar újtói és tudományos munkatársai elsajátították a lemezüveg gyártásának gyorsított módszerét.

VI.

Az üvegtermékek előállításának módja különböző. Az üvegek kémiai összetétele nagyon elütő és jelenleg a gyakorlatilag alkalmazott üvegösszetételek számát százakban fejezhetjük ki, de ha a Mendeleejev-táblázat majdnem minden elemét bevonjuk az üvegekémiába, akkor a létező üvegösszetételek száma 10 000-re nő. Az üvegolvasztás módszere: a formálás és a megmunkálás is külön-

böző. Az üvegtárgyak készítésének legkorszerűbb módszereit sajátították el a hazai üvegyárok.

Annak ellenére, hogy az üvegtechnológia nagyon régi és hogy Oroszországban már több mint háromszáz éve (1635—6-tól) létezik, 30 évvel ezelőtt a technológiának tudományos alapja még nem volt. 1923-ban a német O. Schott-cég tudományos konzultánsa, Zschimmer professzor az üvegolvasztás elméletéről ezt írta: „Miután a nyersanyagokból összeállított keveréket elhelyez- zük a kádkemencébe, egy titokzatos folyamat kezdődik, amely az üveg homogén masszájának képződéséhez vezet.”

I. I. Kitajgorodszkij: A szovjet üvegipar története
И. И. Кутайгородский: ИСТОРИЯ СОВЕТ- СКОЙ СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

I. I. Kitajgorodszkij: Die Geschichte der sowjet- ischen Glasindustrie

Könyvismertetés

Vladimir Jurik: Nagyblokkos és nagypanelos lakóházépítés. 192. oldal, 154 ábrával.

A legutóbbi évtizedben az építőiparban is forradalminak nevezhető változások következtek be. Az előregyártott épületszerkezetek egyre nagyobb teret hódítanak, és ma már nemcsak az általánosan szoká- sossá vált vízszintes teherhordó szerkezeteket (földm- gerendák és panelok, kiváltók), hanem a függőleges teherhordó szerkezeteket is egyre nagyobb mértékben előregyártva készítik el és az építéshelyen emelőgépek segítségével helyezik el. Az előregyártás általában munkaerő és időmegtakarítást tesz lehetővé, ami elősegíti az építőipar előtt álló világszerte megnöve- kedett feladatok megoldását.

Az elmúlt években hazánkban is több kísérleti jellegű épület épült közép- és nagyblokkos, illetve panelos szerkezeti rendszerrel. Az ÉM. célkitűzése szerint a blokkos építésmódot a második öt éves ter- ven széles körben alkalmazni kell. Az új építésmódok- kal foglalkozó átfogó jellegű szakkönyv hazánkban eddig még nem jelent meg. Ezt a hiányt igyekszik pótolni Vladimir Jurik könyvének megjelentetése, mely ismerteti az új építésmódok alkalmazásában már több eredménnyel rendelkező országok — első- sorban természetesen Csehszlovákia — tapasztalatait.

A könyv bevezető részében foglalkozik az épület- szerkezetek tipizálásának kérdésével, elsősorban lakó- épületi vonatkozásban. Tárgyalja a típuslakóépüle- tek típusszerkezeteinek kialakítását előregyártási szem- pontból.

Ezután a blokkos és panelos lakóépületeket szer- kezeti rendszer szerint csoportosítva ismerteti. Cseh- szlovákiai példákon keresztül bemutatja a blokkos épületek tisztán blokkos és belső vázas megoldásait. Az egyes szerkezeti rendszereknél külön ismerteti az egyes szerkezeti elemek kialakítását, az elemek kapcsolási módjait.

Tárgyalja az alkalmazott anyagokat, mint könnyű- beton és előrefalazott téglablokk. Legrészletesebben az előrefalazott téglablokkal foglalkozik, mivel Cseh- szlovákiában ez terjedt el legjobban. Az egyes fejeze- tekben külön foglalkozik a blokkos épületek építé- szeti kialakításával, és áttekintést ad az egyes szer- kezeti rendszerek fejlődéséről. Ugyancsak fejezetenként foglalkozik a helyi munkaszervezéssel, az előregyártott elemek elhelyezésével.

A blokkos építésmód után a panelos építésmódot ismerteti, három fejezetben szerkezeti rendszer szerinti csoportosításban. Az egyes fejezetekben a vázas- panelos, a tisztán panelos és a keretezett panelos rendszereket ismerteti. A vázas-panelos rendszerben ismerteti a szerkezeti rendszer fejlődését a váz és a panelok kialakítását és kapcsolását. Részletesen tárgyalja az ilyen szerkezeti rendszerrel Csehszlovákia- ban épült lakóházakat, az egyes szerkezeti elemek kialakítását, röviden ismertette az alkalmazott anya- gokat. Foglalkozik a munkahelyi szervezéssel és az épületek építészeti kialakításával. A következő feje- zetben a tisztán panelos szerkezettel épült lakóépüle- tekkel foglalkozik, ismerteti a szerkezeti megoldásokat. Előbb a Szovjetunióban alkalmazott panelrendszert ismerteti, kitérve az egyes szerkezeti elemekre. Rövi- den megemlíti a panelépítés fejlődését a nyugati orszá- gokban, majd csehszlovákiai tapasztalatokat ismer- teti. Foglalkozik az elemek szállításának kérdésével, a munkahelyi szervezéssel, az elemek beemelésével és elhelyezésével, végül pedig az építészeti kialakítá- sal.

Ezután a keretezett panelos szerkezeti rendszert ismerteti, külön tárgyalva az egyes szerkezeti elemek kialakítását, gyártását, az elemek kapcsolását. Ennél a rendszernél is foglalkozik az építési munka meg- szervezésével, az elemek elhelyezésével és az építé- szeti megoldással. Az egyes szerkezeti rendszerek részletes műszaki ismertetése után külön fejezetben foglalkozik a blokkos és panelos épületek hangszige- telési problémáival. Ismerteti az e téren fennálló követelményeket bemutató, hogy a megépült épü- letek mennyiben elégítik ezeket ki. Az egyes alkál- mazott szerkezeti elemeket hangszigetelés szempont- jából részletesen értékeli.

A hangszigetelés után a blokk és panelépületek hőszigetelési kérdéseivel foglalkozik. A különböző szerkezeti rendszerben épült épületeket hőszigetelési és hőtárolási szempontból értékeli.

Végül az utolsó fejezetben rövid gazdasági érté- kelést ad a blokk és panelépületekről. Táblázatosan ismerteti az egyes szerkezeti rendszerű épületeknél felhasznált anyagmennyiségeket és munkaóra szükség- letet.

Módszerek a melegedés számításához

SASVÁRI GYÖRGY

Az építőanyagiparban az égetés az egyik legfontosabb gyártási folyamat. Emiatt lényeges hogy az építőanyagipar területén dolgozó mérnök az égetés elméletével és gyakorlatával egyaránt tisztában legyen.

Technológiai szempontból a termék égetése több részfolyamatra bomlik. Idetartozik a kemence rakása vagy töltése, a tüzelőberendezés működ-tetése, a kiégett termék hűtése, kihordása vagy kijuttatása a kemencéből és végül — a legfontosabb — maga a hőközlés. Mindegyik részfolyamatnak megvannak a maga különleges ismeretei, e munka azonban csak magával a hőközlés folyamatával fog foglalkozni.

Az égetésnek ritkán csak a hőközlés az egyedi célja. A nyersterméket általában amiatt melegítjük, hogy az szövetségben a technológiai célnak megfelelő módon alakuljon át, fizikai vagy kémiai folyamat játszódjék le benne. A technológiai célt mindenkor egy ilyen, jobbára vegyi folyamat valósítja meg. A téglá szilárdulása, a cement hidraulikus sajátságainak keletkezése, a tűzálló agyag pórusrétegcsökkenése mindenkor a melegítés által kiváltott fizikokémiai folyamat eredménye. Hő közlésére azért van minden esetben szükség, mert a kívánt eredményt szolgáltató folyamatot gyakran hőmésztő átalakulások váltják ki, amelyek csak magasabb hőmérsékleten játszódhatnak le észlelhető sebességgel. Az átalakulás sebessége mindenkor a hőmérséklettől függ, minél nagyobb a hőmérséklet, annál inkább növekszik a sebesség.

Az égetésnek van mindenkor olyan szakasza, amely tiszta melegítésből áll, mert a kívánt belső átalakulás csak meghatározott hőmérsékleten kezdődik el. Ez a tisztán melegítésből álló szakasz teszi ki gyakran az égetés folyamatának zömét és ha ennek időbeli lefolyását jól ismerjük, akkor gyakorlatilag ismerjük az egész égetést.

A melegítés elmélete bonyolult, emiatt az érthetőség céljából először igen egyszerű esetet kell választanunk olyan ideális körülmények között, amelyek a gyakorlatban nem valósíthatók meg.

Tegyük fel, hogy egy t_0 hőmérsékletű rudat olyan módon melegítünk, hogy egyik végén a hőmérsékletet hirtelen t_1 -re emeljük és ezen tartjuk. Az első pillanatban tehát a rud végének hőmérséklete t_1 , de minden további keresztmetszet hőmérséklete t_0 . A rud tökéletesen szigetelt, a hossza mentén a környezetből nem vesz fel és oda nem ad le meleget. Nyilvánvaló, hogy az idő haladtával a hőmérséklet igyekszik a rudban kiegyenlítődni. A t_1 hőmérsékletű rúdvéghez közelebb eső keresztmetszetek előbb, a távolabbiak később melegsznek, a rud érzhető melegtartalma nő. A kérdés, amelyre feleletet várunk, az, hogy mi lesz a t hőmérséklet a rud bármely keresztmetszetében i idő elteltével.

E kérdésre a feleletet Fourier francia matematikus adta meg a XIX. század első évtizedeiben.

Ő a matematika nyelvén oldotta meg a feladatot. A válasz bonyolult matematikai összefüggés volt, egy másodrendű parciális differenciálegyenlet, amelyet leírunk, de fejtegetéseinkben csak közvetve használunk fel. Fourier egyenlete:

$$\frac{\partial t}{\partial i} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (1)$$

E képletből a nem matematikus is láthat annyit, hogy benne három változó fizikai mennyiség és egy állandó arányossági szorzó szerepel. A képletben:

t = a hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]

i = az idő [ó]

x = a kérdéses keresztmetszet változó távolsága a rud melegített végétől, amely utóbbit a koordináta-rendszer középpontjának választjuk [m]

$a = \frac{\lambda}{c\gamma}$ a hőmérsékletvezetési tényező [$\text{m}^2/\text{ó}$]

λ = a hővezetési tényező kcal/mó $^{\circ}\text{C}$

c = a melegített test fajhője kcal/kg $^{\circ}\text{C}$

γ = a melegített test fajsúlya (térfogatsúlya) kg/m 3

Az x távolságot és az i időt szabadon választhatjuk. Az egyenlet megoldás megadja a szabadon választott időhöz és távolsághoz tartozó hőmérsékletet feltéve, hogy a rud minden pontjában a kezdeti hőmérséklet t_0 volt és a melegített végén a hőmérséklet állandóan t_1 . A távolság és az idő független változók, a hőmérséklet pedig mindkettőnek függvénye.

1. Elméleti megoldások

Előjáróban megjegyezzük, hogy jelen munkában szereplő valamennyi összefüggés egyaránt használható melegítés vagy hűtés számításához és egyszerűség okából beszélünk általában csak melegítésről.

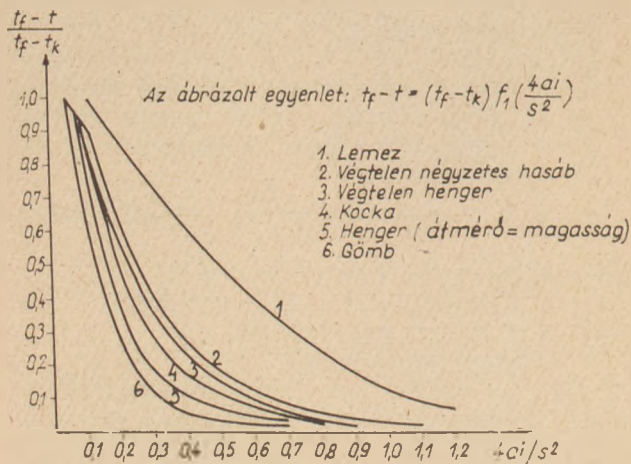
A (1) megoldása a következő összefüggéshez vezet:

$$t_i - t = (t_i - t_k) f_1\left(\frac{ai}{x^2}\right) \quad (^{\circ}\text{C}) \quad (2)$$

ahol t_k a test minden pontjában azonos kezdeti és t_i felületi hőmérséklet, ez utóbbi a mi esetünkben a rúdvég hőmérséklete.

A (2) összefüggés Williamson és Adams angol fizikusoktól származik, akik ezt századunk húszas éveiben közölték. A (2) képlet azért igen fontos, mert nemcsak azt mutatja, hogy a rud keresztmetszeteinek hőmérséklete függ a távolságtól és az időtől, hanem azt is, hogy a hőmérséklet ezeknek egy meghatározott viszonyától függ, amelyben a hőmérsékletvezetési tényező is szerepel. A (2) egyenlet tulajdonképpen már csak egy független változót tartalmaz, mégpedig a zárójelben álló kifejezést. Ezt a kifejezést Fourier-számnak (Fourier-kritérium) is nevezik. A Fourier-szám $\frac{a}{x^2}$ (Fo) azt mondja ki, hogy két test, amelynél a

arány megegyezik. azonos idő alatt azonos hőmérsékletet ér el, feltéve, hogy a felületi hőmérséklet mindkét testnél ugyancsak azonos. Williamson és Adams abból a megfontolásból kiindulva, hogy minden testet közelítőleg szigetelt rudakból álló halmaznak tekinthetünk, a (2) egyenlet segítségével kiszámították az egyszerűbb mértani alakzatok hőmérsékletét a test tömegközéppontjában a F_0 függvényében és számításaik eredményét grafikonban rögzítették. E diagrammokat mutatja be az alábbi ábra. Itt $x = \frac{s}{2}$, ahol s a test teljes vastagsága és a hőközlés lemeznél kétoldalt, a többi testnél a teljes felületen át történik.



1. ábra

A valóságban azonban sohasem tudunk úgy melegíteni, hogy a (2) egyenlet és ennek megfelelően az 1. ábra diagramjai szigorúan érvényesek legyenek. A melegítés a kemencében mindenkor úgy történik, hogy meleg gáz érintkezik a melegítendő test felületével és a testnél melegebb kemencefalak sugárzása és végül a gáz sugárzása éri a testet. A valóságban tehát a melegedést nem csak a hővezetés határozza meg, hanem jelentős szerepet játszik a test felületén történő hőátadás is. A (2) egyenlet csak a hővezetést vette tekintetbe.

Gröber az (1) egyenletet a valóságos viszonyoknak megfelelően oldotta meg, azaz a testen belüli hővezetést és a test felületén történő hőátadást együttesen vette figyelembe. Ilyen módon az alábbi összefüggéshez jutott:

$$t' - t = (t' - t_k) f_2 \left(\frac{ai}{x^2}, \frac{\alpha x}{\lambda} \right) [C^\circ] \quad (3)$$

ahol α kcal/m²óC° a hőátadási tényezőt jelenti a melegítő közeg és a test között, t' pedig a környező közeg hőmérsékletét.

A (3) egyenlet értelmében a hőmérséklet a test minden pontjában két olyan független változótól függ, amelyek maguk is függenek a távolságtól és az időtől, de egyszerű formában. A jobboldali zárójelben szereplő első kifejezés ugyanaz, mint a (2) egyenletben, ez a Fourier-szám, a második kifejezést Nusselt-számnak nevezik (Nu). Ez az utóbbi figyelembe veszi a hőátadást a melegítő közeg és a test között, ennek megfelelően

tartalmazza a test hővezetési tényezőjét, a hőátadási tényezőt és a test azon méretét, amely a hőfolyam irányába esik.

Három egyszerű test, lemez, végtelen hosszú henger és gömb átlagos és felületi hőmérsékletére meghatározták a (3) egyenlet szerinti f_2 függvény értékeit különböző F_0 és Nu értékek kombinációira. Nyilvánvaló ugyanis, hogy ha nem a test felülete, hanem a környező melegítő közeg változatlan hőmérsékletű, akkor a test felületi hőmérséklete is változik az időben. A függvényértékek alapján készült görbeseregeket a közlemény végén az 5–16. ábra tünteti fel.

Az 1. ábra szerinti diagram felhasználásakor úgy járunk el, hogy kiszámítjuk a melegített test tömegközéppontjára és a melegítés kezdete óta eltelt i időre vonatkozó F_0 számot és megkeressük az ennek megfelelő abszcisszapontban húzott függőleges egyenes és a test alakjának megfelelő görbe metszéspontját. Ennek ordináta-értékét — amely mindig 0 és 1 közötti — megszorozzuk a felület állandó t_f hőmérsékletének és a test kezdeti egyenletes t_k hőmérsékletének a különbségével. E szorzat a felületi hőmérséklet és a test tömegközéppontja közötti $t_f - t$ hőmérsékletkülönbséget adja a melegítés kezdete óta eltelt i idő elmúltával.

Az 5–16. ábrák szerinti 12 diagramot a következőképpen használjuk. Ismernünk kell a test tömegközéppontjának, középvonalának, ill. középsíkjának a test felületétől a hőterjedés irányába eső távolságát, a melegítő közeg és a test felülete közötti hőátadási tényezőt, valamint a test hővezetési tényezőjét. Ezen adatok alapján kiszámítjuk a Nu számot, majd az előbbieket szerint a F_0 számot. A Nu számnak megfelelő abszcisszapontban függőleges egyenest húzva, megkeressük annak a kiszámított F_0 számnak megfelelő görbével képezett metszéspontját. Ennek ordináta-értékét a melegítőközeg állandó t' és a test kezdeti t_k egyenletes hőmérséklete közötti különbséggel szorozva kapjuk a test felületi, ill. átlagos hőmérsékletét i idő elteltével aszerint, hogy melyik görbesereget használtuk fel.*

Bár a (3) egyenlet a valóságos helyzetet már tűrhetően közelíti meg, egy szempontból még mindig idealizált. A melegítés a gyakorlatban mindenkor változó hőmérsékletű közeggel (pl. füstgázzal) vagy ellenáramban, vagy ritkán, egyenáramban

* Az 1. ábra és a közlemény végén található 12 diagram lemeznél kétoldali melegítést vesz figyelembe, hengernél és gömbnél pedig azt az esetet, amikor az egész test a melegítő közegbe merül. Emiatt a koordináta rendszer kezdőpontja egybe esik a test tömegközéppontjával.

Az $x = \pm \frac{s}{2}$ hely minden testnél a felületet, az $x = 0$ hely pedig lemez esetében a felezősíkot, henger esetében a tengelyt, gömb esetében a középpontot jelenti. Ebből következik, hogy $F_0 = \frac{4ai}{s^2}$ és $Nu = \frac{\alpha s}{2\lambda}$, ahol s lemeznél a vastagság, gömbnél és hengernél az átmérő.

történik. a (3) egyenlet pedig csak állandó gáz-hőmérsékletet tételez fel.

A (2) és (3) egyenletek használata eszerint korlátozott és csak megközelíti a tényleges helyzetet.

2. Egyszerűsítési lehetőségek

A (2) és (3) egyenletek minden Fo és Nu számra az idealizált körülmények között pontos eredményt szolgáltatnak. Vizsgáljuk meg, hogy a Fo szám bizonyos értékhatárai között nincs-e lehetőség egyszerűbb számítási módra. E vizsgálat azért kilátásos, mert az egyirányban végtelen kiterjedésű rúd, vagy ilyen rudakból felépített féltér esetében a képlet jelentékenyen egyszerűbb.

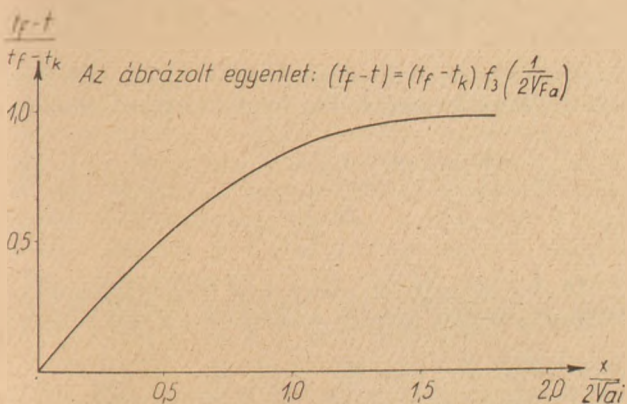
Megállapították, hogy ha $Fo < 0,2$, akkor az egyirányban végtelen kiterjedésű testre (féltér) vonatkozó egyenlet kielégítő pontossággal használható közös testre is, ha t_f állandó.

Egyirányban végtelen féltér esetében a (2) egyenletnek a

$$\begin{aligned} t_f - t &= (t_f - t_k) f_3 \left(\frac{1}{\sqrt{Fo}} \right) = \\ &= (t_f - t_k) f_3 \left(\frac{x}{\sqrt{a\tau}} \right) [C^\circ] \end{aligned} \quad (4)$$

felel meg.

Ha a vízszintes koordinátatengelyen a Fo szám négyzetgyökének reciprok értékét ábrázoljuk, akkor a $(t_f - t) : (t_f - t_k)$ viszonyszámot az alábbi egyszerű diagram szemlélteti:



2. ábra

A 2. ábrát teljesen az 1. ábra, valamint az 5–16. ábrák szerinti diagramokhoz hasonlóan kell felhasználni. Meghatározzuk a testnek és a folyamatnak megfelelő Fo számot, majd képezzük négyzetgyökének reciprok értékét. Az ennek megfelelő abszcisszapontban állított merőleges és a görbe metszéspontjának ordinátaértéke szolgáltatja a leolvasási értéket, amelynek birtokában az 1. ábra esetéhez hasonlóan járunk el.

Ha $Fo < 0,2$, de nem a felületi hőmérséklet állandó, hanem a környező közeg hőmérséklete, akkor az előbbi egyszerűsítésre nincs lehetőség.

Látnivaló, hogy $Fo < 0,2$ esetében is csak akkor tudunk egyszerűsíteni, ha a test felületi hőmérséklete állandó. Az egyszerűsítés ez esetben is csak abból áll, hogy a megoldáshoz görbesereg

helyett egyetlen görbe elegendő, közelítő érvénnyel bármilyen alakú testre. Még ebben a legegyszerűbb esetben is diagram használatára vagyunk utalva. Az (1)–(4) képletek csupán szimbolikusak, a szimbolizált összefüggés csak sorbafejtéssel oldható meg, vagyis bármely i időhöz és x távolsághoz tartozó t hőmérséklet csak egy végtelen sor összegezése útján kapható meg, ami egy-egy érték meghatározásával kapcsolatban túlságosan hosszadalmas eljárás. Ilyenkor úgy járnak el, hogy a független változók (jelen esetben Fo és Nu) diszkrét értékeinek kombinációira a sorokat közelítő pontossággal összegezik és az így nyert eredményeket diagramokban vagy táblázatokban rögzítik. A felvett diszkrét értékek közötti független változók esetében interpolációra van szükség. Emiatt tartoznak az itt közölt összefüggésekhez diagramok. Más szóval az eddig közölt egyenletek, amelyek valamennyien a Fourier-féle parciális differenciál-egyenlet különböző kezdeti és határfeltételek melletti megoldásai, nem hozhatók zárt alakra, tehát az előbbiek szerint csak diagramok vagy táblázatok segítségével alkalmazhatók.

Heiligenstaedt ismerte fel, hogy a (3) egyenlet megoldásánál, ha $Fo < 0,2$, akkor a gáz és a felület hőmérsékletkülönbségének, valamint a gáz és a közepes testhőmérséklet különbségének hányadosa változó érték, ha azonban $Fo > 0,2$, akkor ez a hányados állandóvá válik. Ez úgy értendő, hogy független lesz a Fo számtól és csak a Nu számtól függ. Képlettel kifejezve:

$$\frac{t_f - t_f}{t_f - t} = \text{állandó} = \tau < 1 \quad (5)$$

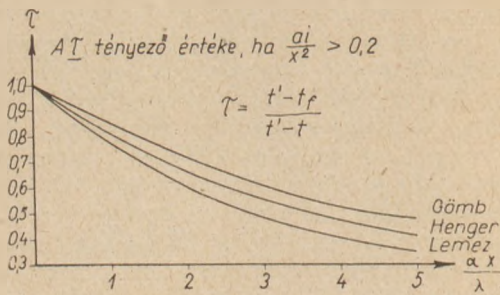
Amikor megállapítjuk, hogy a τ tényező független a Fo számtól, azt mondjuk ki, hogy a tényező független az időtől. A τ tényező valóban független a melegítés idejétől és csak a hővezetési tényezőtől, a hőátadási tényezőtől és a jellemző testmérettől függ.

$$\tau = f_4 \left(\frac{\alpha x}{\lambda} \right) \quad (6)$$

Ebből az az előny származik, hogy például az 5.–16. ábra szerinti diagramokból elegendő vagy csak a felületi hőmérsékletet vagy csak a közepes hőmérsékletet meghatározni, mert a τ tényező segítségével az egyik a másikból számíthatóvá válik. A τ tényező alkalmazásával lemondunk arról, hogy a testen belül a hőmérséklet eloszlást kiszámíthassuk, itt megelégszünk a közepes érték ismeretével. A középérték időbeli változását azonban pontosan tudjuk számítani.

A τ tényező időtől független volta azonban ennél sokkal nagyobb előnnyel is jár, és ezzel foglalkozunk majd a következő fejezetben. A τ tényező értékeit a Nu szám függvényében három különböző térbeli alakzatra vonatkozóan az alábbi diagram szemlélteti.

A τ megállapításához is diagram szükséges. Ez érthető abból, hogy a τ tényező nem egyé, mint két végtelen sort tartalmazó kifejezés hányadosa, amely utóbbi szintén nem hozható zárt alakra.



3. ábra

3. A melegedő test és a melegítő közeg hőegyensúlya

A hőegyensúly alapja az a szemléletből is következő igazság, hogy a test melegtartalma annnyival nő, amennyi meleget a melegítő közeg a test felületén átadni képes. Ezt a tényt az alábbi összefüggés fejezi ki:

$$F\alpha(t' - t_f)\Delta i = V\gamma c\Delta t \quad [\text{kcal}] \quad (7)$$

itt F a hőátadási felület $[\text{m}^2]$
 V a test térfogata $[\text{m}^3]$

A Δi olyan igen rövid időt jelent, amely alatt a $(t' - t_f)$ hőmérsékletkülönbség közelítőleg változatlanul tekinthető. Ha Δt és Δi egyidejűleg 0-hoz tart, akkor a következő differenciálegyenlethez jutunk:

$$F\alpha(t' - t_f) = V\gamma c \frac{dt}{di} \quad [\text{kcal/}^\circ] \quad (8)$$

A (8) egyenlet egy szabadon választható független változót (i) és két függő változót tartalmaz. Független változó a differenciálhányados számlálójában szereplő közepes hőmérséklet (t) és függő változó a t_f a test felületének hőmérséklete. Egyetlen egyenletünk van két függő változóval és ez megoldhatatlannak látszik. Most azonban segítségünkre van a τ tényező, mert az (5)-ből következik:

$$t' - t_f = \tau(t' - t) \quad (9)$$

A (8) egyenlet eszerint a következő módon írható:

$$F\alpha\tau(t' - t) = V\gamma c \frac{dt}{di} \quad [\text{kcal/}^\circ] \quad (10)$$

A (10) egyenlet ebben a formában már csak egyetlen függő változót tartalmaz (t) és így megoldható.

Ha a gázhőmérséklet (t') a melegedés folyamán nem változik, akkor a (10) egyenlet megoldása:

$$t' - t = (t' - t_k) e^{-\frac{F\alpha\tau}{V\gamma c} i} \quad [^\circ] \quad (11)$$

Ha a hőmérsékletek ismeretében a melegedés szükséges idejét kívánjuk meghatározni, akkor a (11) képletet invertálva kapjuk a melegedés idejére vonatkozó szabatos összefüggést:

$$i = -\frac{V\gamma c}{F\alpha\tau} \ln \frac{t' - t}{t' - t_k} \quad [^\circ] \quad (12)$$

A (11) és (12) egyenlet csak akkor igaz, ha $Fo > 0,2$. Ha $Fo < 0,2$, akkor a test hőegyensúlya nem fejezhető ki zárt alakban. Szerencsés

körülmény, hogy a legtöbb gyakorlati esetben (több órán át tartó melegítés) a $Fo > 0,2$ és emiatt a (11) és (12) képlet jól használható. A τ tényező segítségével zárt és egyszerűen kezelhető egyenletekhez jutottunk, igaz ugyan, hogy a τ tényező meghatározásához diagramot kellett igénybe vennünk.

A (11) és (12) egyenletek felírásánál feltételeztük, hogy a melegítő közeg hőmérséklete állandó. Ha ellenáramban melegítünk, és a melegítő közeg hőmérséklete (t') az időben változik, akkor a melegítő közeg és a melegített test kezdeti és végső hőmérsékletkülönbségének logaritmikus átlagát helyettesítjük a (7) egyenletbe. A hőmérsékletkülönbségek logaritmikus átlaga

$$\Delta t_m = \frac{(t'_k - t_r) - (t'_r - t_k)}{\ln \frac{t'_k - t_r}{t'_r - t_k}} \quad [^\circ] \quad (13)$$

ahol t_k a melegedő test hőmérséklete a melegítés kezdetén, t'_k a melegítő gáz hőmérséklete ugyanott, vagyis a gáz kilépése helyén, t'_r a melegítő gáz és t_r a melegedő test hőmérséklete a rendszer másik végén. Az átlagos logaritmikus hőmérsékletkülönbséget a (7)-be ill. a (10)-be helyettesítve, miután az átlagos hőmérsékletkülönbség az időben állandó, nem kapunk differenciálegyenletet, hanem a következő egyszerű egyenlethez jutunk:

$$F\alpha\tau \frac{(t'_k - t_r) - (t'_r - t_k)}{\ln \frac{t'_k - t_r}{t'_r - t_k}} i = V\gamma c (t - t_k) \quad [\text{kcal/}^\circ] \quad (14)$$

A (14)-ből a test közepes hőmérsékletemelkedése a t_k kezdeti hőmérséklethez képest bármely időben:

$$t - t_k = \frac{F\alpha\tau}{V\gamma c} i \frac{(t'_k - t_r) - (t'_r - t_k)}{\ln \frac{t'_k - t_r}{t'_r - t_k}} \quad [^\circ] \quad (15)$$

A (15)-ből egyszerűen nyerjük az ismert hőmérsékletemelkedéshez tartozó melegítési idő kifejezését:

$$i = \frac{V\gamma c}{F\alpha\tau} \frac{t - t_k}{(t'_k - t_r) - (t'_r - t_k)} \ln \frac{t'_k - t_r}{t'_r - t_k} \quad [^\circ] \quad (16)$$

4. A hőegyensúly általánosítása

E közlemény most következő részei az ellenáramú melegítésre fognak vonatkozni.

A (13)–(16) egyenletek a gyakorlatban jól használhatók, de használatuk feltétele a négy szélső hőmérsékleti adat ismerete. Ismerni kell úgy a gáz kezdeti és végső, mint a test kezdeti és végső közepes hőmérsékletét és ezek ismeretében meghatározható a test vagy a gáz közepes hőmérséklete a melegítés folyamán bármely időpontban.

A gyakorlatban azonban ez a négy hőmérséklet sohasem ismert, csak becsülhető. Ha egy meglevő hőkezelőberendezésnél, pl. kemencénél a melegítés vagy a hűtés folyamán valamely közbeeső hőmérséklet ismeretére van szükség, akkor megmérjük mind a rakomány, mind a gáz kezdeti

és végső hőmérsékleteit és ezeket helyettesítjük a (15) és (16) egyenletekben.

Ha azonban nincsen működő berendezés, hanem éppen ilyenek tervezéséről van szó, akkor legfeljebb három hőmérsékletet tekinthetünk adottnak. Ezek:

a) A rakomány kezdeti hőmérséklete (t_k). Ez általában megegyezik a környezet hőmérsékletével.

b) A rakomány végső égetési hőmérséklete (t_r). Ezt a gyártmány előállítási technológiája meghatározza. Ha például porcellánkemencét tervezünk a mázas égetés számára, akkor a rakomány megkívánt égetési végső hőmérséklete 1420 C°.

c) A gáz kezdeti hőmérséklete (t_k). Ezt a tüzelőberendezés szabályozásával tetszőlegesen beállíthatjuk.

Mindenkor ismeretlen azonban a negyedik szükséges hőmérsékleti adat, a gáz végső hőmérséklete (t_r). A számítás egyik célja éppen ennek meghatározása lenne. Olyan módszert kell találnunk, amelynél nincsen szükség háromnál több szélső hőmérsékletadat ismeretére.

Emiatt írjuk fel a (10) egyenletet egyszer a test és egyszer a gáz hőmérsékletváltozására vonatkoztatva.

Szilárd test

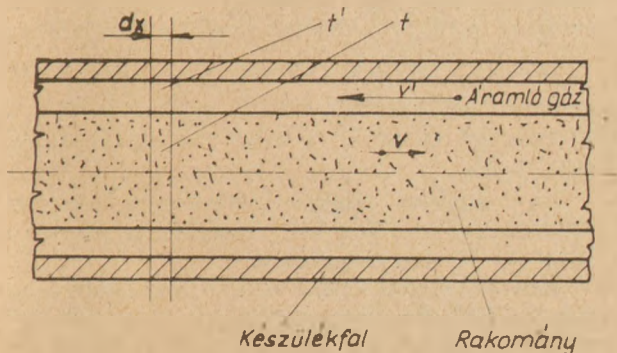
$$F_{\alpha\tau}(t' - t) = V\gamma c \frac{dt}{di} \quad (17)$$

Gáz

$$F_{\alpha\tau}(t' - t) = V' \gamma' c' \frac{dt'}{di'}$$

A (17) egyenletek adott súlyú testre és ugyancsak adott mennyiségű gázra vonatkoznak. Ezenfelül csak arra az elméleti esetre vonatkozóan állnak fenn, amelynél a test felületén a hőmérséklet minden ponton azonos és a felület minden pontján egyforma mértékben történik a hőközlés. Folyamatos üzemű berendezéseknél, például alagút- vagy aknakemencéknél ez nem így van. A folyamatos üzemű gyakorlati berendezéseknél a hőátadási viszonyokat a 4. ábra szemlélteti.

Bontsuk a 4. ábrán látható hőkezelő berendezést igen rövid, dx hosszúságú szakaszokra. Ezzel a berendezésben levő rakományt és melegítő gázt is dx vastagságú szeletekre bontottuk fel. Egy dx hosszúságú készülékelemben úgy a rakomány, mint a melegítő gáz közepes hőmérsékletét



4. ábra

az időben állandónak tekintjük. A dx hosszúságú rakományelem hőátadási felülete:

$$h = \varphi dx [m^2] \quad (18)$$

ahol φ a rakományszelvény kerülete.

A dx hosszúságú rakományelem térfogata pedig

$$V = f dx [m^3] \quad (19)$$

ahol f a rakományszelvény területe.

A dx hosszúságú rakományelem tartózkodási ideje az ugyancsak dx hosszúságú készülékelemben di .

A dx hosszúságú készülékelemben di' ideig tartózkodó elemi gázmennyiség hőátadási felülete a rakomány felé azonos a (18)-cal, térfogata pedig:

$$V' = f' dx [m^3] \quad (20)$$

Helyettesítsük a (18)–(20) egyenleteket a (17) egyenletbe:

Rakomány

$$\varphi dx \alpha \tau (t' - t) = f dx \gamma c \frac{dt}{di} \quad (21)$$

Gáz

$$\varphi dx \alpha \tau (t' - t) = f' dx \gamma' c' \frac{dt'}{di'}$$

ill. dx -szel egyszerűsítve:

$$\begin{aligned} \alpha \tau (t' - t) &= \gamma c \frac{dt}{di} \\ \alpha \tau (t' - t) &= f' \gamma' c' \frac{dt'}{di'} \end{aligned} \quad (22)$$

A (22) egyenletrendszer ebben a formában nem oldható meg, mert a rakományra vonatkozó egyenletben szereplő differenciálhányados független változója (i) nem azonos a gázra vonatkozó egyenlet hasonló független változójával (i'). Figyelembe vesszük azonban, hogy folyamatos üzemű hőkezelő berendezéseknél a rakomány haladási sebessége, valamint a melegítő gáz átlagos áramlási sebessége az időben állandónak tekinthető. Emiatt a rakományelem tartózkodási ideje (di) kifejezhető mint az elemi készülékhossz (dx) és a rakomány haladási sebességének (v) hányadosa az elemi gázmennyiség tartózkodási ideje pedig nem egyéb, mint az elemi készülékhossz és a gáz átlagos áramlási sebességének (v') viszonyozása. Képlettel kifejezve:

$$di = \frac{dx}{v} \quad di' = \frac{dx}{v'} \quad (23)$$

Helyettesítsük a (23) képleteket a (22) egyenletbe:

Rakomány

$$\alpha \tau (t' - t) = v \gamma c \frac{dt}{dx} \quad (24)$$

Gáz

$$\alpha \tau (t' - t) = v' f' \gamma' c' \frac{dt'}{dx} [\text{kcal}/\text{m}^3]$$

Miután a rakomány haladási sebessége és a gáz átlagos áramlási sebessége az időben állandó, így a (24) egyenletrendszer most már csak egyet-

len független változót (x) tartalmaz és így megoldható.

Mielőtt felírni a megoldást, rövidítéseket alkalmazunk, mert egyébként a végképlet kényelmetlenül hosszú lenne:

$$\begin{aligned} v' \gamma c &= w \\ v' f' \gamma' c' &= w' \\ \varphi x \tau &= q \\ \frac{w}{w'} &= r \\ \frac{q}{w} (r - 1) &= \omega \end{aligned} \quad (25)$$

A (25) rövidítések helyettesítésével a (24) differenciálegyenletrendszer megoldása:

$$\begin{array}{cc} \text{Rakomány} & \text{Gáz} \\ t = Ae^{\omega x} + B & t' = rAe^{\omega x} + B \text{ [C}^\circ\text{]} \end{array} \quad (26)$$

Aszerint, hogy a négy szélső hőmérsékleti adat közül melyik kettő adott, az A és B állandó értéke más és más, és az alábbi táblázatból olvasható le. X a teljes készülékhozzát jelenti.

1. táblázat

Adott hőmérsékleti értékek	A	B
t_k és t'_v	$\frac{t_k - t'_v}{1 - r}$	$\frac{t'_v - rt_k}{1 - r}$
t_k és t'_k	$\frac{t_k - t'_k}{1 - re^{\omega X}}$	$\frac{t'_k - rt_k e^{\omega X}}{1 - re^{\omega X}}$
t_v és t'_v	$\frac{t_v - t'_v}{e^{\omega X} - r}$	$\frac{t'_v e^{\omega X} - rt_v}{e^{\omega X} - r}$
t_v és t'_k	$\frac{t_v - t'_k}{(1 - r)e^{\omega X}}$	$\frac{t'_k - rt_v}{(1 - r)e^{\omega X}}$

A (26) egyenlet és a táblázat használata csak első látásra bonyolult. Egy-egy összetartozó $t-t'$ értékpár meghatározása logarléc segítségével néhány perc alatt elvégezhető lenne, a logarléc használatának azonban az az akadálya, hogy az eredmény a kitevők (ωX) értékeire nagyon érzékeny és ezeket nagy pontossággal kell meghatározni. Ajánlatos vagy papíron számolni, vagy számológépet igénybe venni. Egy meghatározás még így sem vesz egy félóránál többet igénybe.

A (24) és (26) egyenletek igen sokoldalúan használhatók. Ha kettőnél több szélső hőmérsékleti értéket ismerünk — mint már említettük három adottnak tételezhetünk fel — akkor e képletekkel meghatározható a hiányzó hőmérsékleti adat mellett akár az egyik sebesség (vagy a rakomány haladási sebessége, vagy a gáz átlagos áramlási sebessége), akár a készülékhozzát. A szükséges készülékhozzát egyszerűen adódik a (26) egyenletek bármelyikéből.

Rakomány

$$X = \frac{\ln \frac{t - B}{A}}{\omega}$$

Gáz

$$X = \frac{\ln \frac{t' - B}{rA}}{\omega}$$

ill.

(27)

A t és t' helyébe mindenkor az ismert megfelelő szélső hőmérséklet helyettesítendő.

A többi számítási kombináció valamivel bonyolultabb.

Amennyiben ilyenre szükség lenne, ez megtalálható az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet 62. számú Kutatási Jelentésében. A sebességek kiszámítása egyben az elérhető kemence-teljesítményt, ill. az ehhez szükséges füstgázmenyiséget is megadja.

5. A hőegyensúly és a melegítés folyamata falveszteséggel működő készülékben

Eddig hallgatólag feltételeztük, hogy a melegítő gáz csak a rakomány felé ad át meleget. Ez a valóságban nem így van. A melegítő gáz minden hőkezelő berendezésben a készülékfalán át a környezet felé is továbbít meleget. Ezt a melegmenyiséget nevezzük falveszteségnek.

A falveszteséges melegítés durván közelítő számításához felhasználható a (24) egyenlet. Számításainknál abból a feltevésből indulunk ki, hogy a készülék minden falfelülete — tehát az alsó is — a környező légtérrel érintkezik, vagyis a talaj felé nem jön létre számbajövő hőveszteség. A (24) egyenlet alkalmazásával kapcsolatos közelítés abból áll, hogy a rakomány melegítésére fordított hőmennyiség és a falazati veszteség között állandó arányt tételezünk fel, ami nem teljesen helytálló. Ez a közelítés azért engedhető meg, mert a gyakorlati készülékeknél a falazati veszteség az összes hőfelhasználáshoz képest kicsi és emiatt az arányosságtól való eltérések alig érvényesülnek. Ha becsléssel a rakománynak átadott hőmennyiség 10%-a a falveszteség, akkor a (24) egyenletrendszer gázra vonatkozó egyenletét

$$1 \cdot 1 \varphi x \tau (t' - t) = v' f' \gamma' c' \frac{dt'}{dx} \quad (28)$$

formában, tehát egy szorzóval bővítve kell felírunk, ill. a (25) rövidítések között a másodikikat a

$$w' = 0,9 v' f' \gamma' c' \quad (29)$$

formában kell használnunk. E módosítás után a (26) egyenlet és az 1. táblázat változatlanul felhasználható.

Ez a módszer azonban csak durva, becslésen alapuló közelítés. Meg kell vizsgálnunk nincs-e a feladatnak pontos megoldása.

Képzeliük el az üzemben levő készüléket rakomány nélkül. Ez nem egyéb, mint olyan cső, amelyen át meleg gáz áramlik. A gáz a készülékfalakon meleget ad át, ez átvezetődik a falon és

a fal külső felületén keresztül átadódik a környező levegőnek. Miután a gáz hőmérséklete éppen a falon történő lehűlés miatt változik, ezért csak igen rövid dx hosszúságú szakaszon szabad a hőmérsékleteket állandóknak tekintenünk. Emiatt a (22) egyenlethez hasonlóan írhatjuk:

$$\Phi k (t' - t_0) = f' \gamma' c' \frac{dt'}{dx} \quad (30)$$

ahol Φ a készülékfal közepes kerülete [m]
 k a hőátvezetési tényező [kcal/m²óC°]
 t_0 a környező levegő hőmérséklete [C°]

Ha a készülékben rakomány is van, akkor a gáz nyilván a rakomány és a fal felé egyidejűleg ad át meleget. A gáz hőtartalomcsökkenése eszerint a két átadott hőmennyiség összegével lesz egyenlő:

$$\varphi \alpha \tau (t' - t) + \Phi k (t' - t_0) = f' \gamma' c' \frac{dt'}{dx} \quad (31)$$

A (24) egyenlethez hasonló módon, a rakományra vonatkozó egyenletet változatlanul meghagyva, írhatjuk:

Rakomány

$$\varphi \alpha \tau (t' - t) = v f \gamma c \frac{dt}{dx}$$

Gáz

$$\varphi \alpha \tau (t' - t) + \Phi k (t' - t_0) = v' \gamma' c' f' \frac{dt'}{dx} \text{ [kcal/mó]} \quad (32)$$

A (32) differenciál egyenletrendszer az ismert szélső hőmérsékletértékek variálásával ugyanannyi megoldást ad, mint a (24) egyenlet, tehát a szereplő állandók az 1. táblázathoz hasonló táblázatba lennének összefoglalhatók, de miután ezek a képletek jóval bonyolultabbak, ettől eltekintünk és csak egyetlen esetre oldjuk meg a (32) egyenletet, mégpedig arra, amelynél ismert a rakomány kezdeti hőmérséklete és ismert a gáz kezdeti hőmérséklete is. Feltételezzük továbbá, hogy a rakomány kezdeti hőmérséklete megegyezik a készülék környezetének hőmérsékletével ($t_k = t_0$). E feltételezések és megkötések mellett a megoldás:

Rakomány

$$t = \frac{(t_k - t'_k) (e^{\lambda_1 x} - e^{\lambda_2 x})}{\left(1 + \frac{w}{q} \lambda_1\right) e^{\lambda_1 x} - \left(1 + \frac{w}{q} \lambda_2\right) e^{\lambda_2 x}}$$

Gáz

$$t' = \frac{(t_k - t'_k) \left[\left(1 + \frac{w}{q} \lambda_1\right) e^{\lambda_1 x} - \left(1 + \frac{w}{q} \lambda_2\right) e^{\lambda_2 x} \right]}{\left(1 + \frac{w}{q} \lambda_1\right) e^{\lambda_1 x} - \left(1 + \frac{w}{q} \lambda_2\right) e^{\lambda_2 x}} \quad (33)$$

ahol λ_1 és λ_2 az alábbi másodfokú egyenlet gyökei:

$$\lambda^2 + \frac{q}{w w'} \left(w' - w - \frac{w \Phi k}{q} \right) \lambda - \frac{q \Phi k}{w w'} = 0 \quad (34)$$

A (26) egyenlethez hasonlóan itt is ajánlatos az értékeket a lehetőség szerint pontosan meghatározni, mert a kapott eredmény a kitevő pontosságára érthető módon igen érzékeny.

6. Az alkalmazott fizikai állandók átlagos értéke

Eddig hallgatólag feltételeztük, hogy a képletekben szereplő fizikai mennyiségek a melegítés folyamán magát a hőmérsékletet kivéve nem változtatják értéküket. Miután ez nem áll, emiatt sorra kell vennünk a felhasznált fizikai mennyiségeket és megvizsgálnunk abból a szempontból, hogy változnak-e a hőmérséklet változásával. A (24) és (31) differenciál-egyenletrendszerekből indulunk ki.

a) a rakomány kerülete, állandó.

b) a hőátadási tényező. Ez már változik a hőmérséklettel, mégpedig elég bonyolult összefüggés szerint. A hasonlóságelmélet alapján áramló gáz konvektív hőátadási tényezője a következő általános összefüggéssel jellemezhető:

$$\alpha = \left(\frac{v' d_h}{\nu} \right)^n \left(\frac{\nu}{a} \right)^m \frac{\lambda}{d_h} \text{ [kcal/m}^2 \text{ ó C}^\circ] \quad (35)$$

ahol v' a gázsebesség kifejezhető az óránként átáramló gáztérfogat, V' és a szabad keresztmetszet, f' hányadosaként.

$$v' = \frac{V'}{f'} \quad (35a)$$

A gáztérfogat azonban az abszolút hőmérséklettel egyenesen arányos

$$V = V_0 \left(\frac{T}{T_0} \right) \text{ [m}^3] \quad (35b)$$

és miután f' nem változik a hőmérséklettel, a (35b) mintájára írható:

$$v' = v'_0 \frac{T}{T_0} \text{ [m/ó]} \quad (35c)$$

ν a kinematikus viszkozitás Loschmidt szerint az abszolút hőmérséklet négyzetével arányosan változik, vagyis:

$$\nu = \nu_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^2 \text{ [m}^2 \text{/ó]} \quad (35d)$$

a) a hőmérsékletvezetési tényező, ugyancsak az abszolút hőmérséklet négyzetével arányosan változik, azaz:

$$a = a_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^2 \text{ [m}^2 \text{/ó]} \quad (35e)$$

b) a gáz hővezetési tényezője, a kinetikai gázelmélet szerint az abszolút hőmérséklet négyzetgyökével arányosan változik, azaz:

$$\lambda = \lambda_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ [kcal/mó C}^\circ] \quad (35f)$$

d_h az f' szabad keresztmetszet hidraulikus átmérője, állandó.

A (35a)–(35f) képletek alapján a konvektív hőátadási tényező az abszolút hőmérséklet függvényében az alábbi módon írható:

$$\alpha = \alpha_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\frac{1}{2} - n} \text{ [kcal/m}^2 \text{ ó C}^\circ] \quad (36)$$

ahol α_0 a hőátadási tényező értéke 0° C-n.

A hőátadási tényező integrált átlaga a hőmérséklet szerint:

$$\bar{\alpha} = \alpha_0 \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\frac{1}{2} - n} dT =$$

$$= \alpha_0 \frac{1}{T_2 - T_1} \frac{1}{\frac{1}{2} - n} \left[\frac{T^{\frac{3}{2} - n}}{\frac{3}{2} - n} \right]_{T_1}^{T_2} \quad (37)$$

c) $\tau = (t' - t) : (t' - t)$ a (7) egyenlet értelmében függ a hőátadási tényezőtől és a rakomány hővezetési tényezőjétől, a függés azonban annyira bonyolult, hogy az integrált átlag csak grafikusán képezhető. Ehhez úgy járhatunk el, hogy kiszámítjuk a Nu szám értékét először a kezdeti és másodszor a végső hőmérséklet figyelembevételével, ezek számtani átlagát megkeressük a 3. ábra diagramján és az ehhez tartozó ordináta értékét leolvassuk.

d) f a rakomány keresztmetszete, állandó.

e) γ a rakomány térfogatszálya, gyakorlatilag állandó.

f) c a rakomány fajhője, emelkedő hőmérséklettel kevésbé emelkedik. E változásra csak tapasztalati összefüggések ismeretesek, amelyek anyagként különböznek. Kőzeteknél és kerámiai testeknél $0-1000^\circ\text{C}$ között a fajhő növekedése közelítőleg $10^{-4} \text{ kcal/kg}(\text{C}^\circ)^2$. A fajhő tehát a 0°C -n érvényes fajhő ismeretében az alábbi képlettel számítható:

$$c = c_0 (1 + 10^{-4} t) \quad (38)$$

Az összefüggés lineárisnak tekinthető és emiatt nem követünk el nagy hibát, ha a hőmérsékletek számtani középértékéhez tartozó fajhővel számolunk.

g) f' a készülék szabad keresztmetszete, állandó.

h) γ' a gáz fajsúlya, fordítottan arányos az abszolút hőmérséklettel:

$$\gamma' = \gamma'_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{-1} \quad (39)$$

i) c' a gáz fajhője. Ez emelkedő hőmérséklettel kevésbé emelkedik. $1-1000^\circ\text{C}$ között füstgáznál a fajhő emelkedését a hőmérséklet függvényében a

$$c' = c'_0 (1 + 6 \cdot 5 \cdot 10^{-5} t') \quad (40)$$

képlet fejezi ki. A szilárd test fajhőjéhez hasonlóan itt is az átlaghőmérsékletre tartozó fajhőértéket helyettesíthetjük.

A fent ismertetett számítás azonban még a helyesen átlagolt fizikai mennyiségek értékeit helyettesítve is csak alacsonyabb hőmérsékleteken ad jó eredményt. Ennek oka az, hogy magasabb hőmérsékleteken a hőátadást csak kismértékben a konvekció és sokkal inkább a sugárzás idézi elő. Bár konstruálható a hősugárzás egyenletéből hőátadási tényező jellegű mennyiség, de ez a falsugárzás esetében az abszolút hőmérséklet negyedik hatványával, a gáz-sugárzás esetében pedig az abszolút hőmérséklet tört hatványával arányos. Az így módon számított sugárzási hőátadási ténye-

zők figyelembevétele igen bonyolult és gyakorlatilag nem járható módon hajtható csak végre. Emiatt a felsorolt összefüggések éppen a legfontosabb területen, a folyamatos üzemi kemencék számításánál csak igen korlátolt értékűek.

7. Számítás modellkísérlet segítségével

Az imént említett nehézség indokolja, hogy elméleti összefüggések helyett tényleges mérési eredményekből induljunk ki. Ha az a cél, hogy valamilyen hőkezelő berendezést tervezzünk vagy építsünk, azt előbb kísérleti méretek közt valósítjuk meg, annak működését pontosan megmérjük és az e modellen gyűjtött mérési adatok alapján tervezzük és építjük meg a nagyméretű üzemi kivitelt.

Azt a célt tűzzük magunk elé, hogy az üzemi kivitelt ugyanazt a technológiai eredményt szolgáltatassa, mint a modell. Korach Mór akadémikus folyamatos üzemi kemencék hasonlóságelméletét néhány egyszerűsítő feltétel alkalmazásával több közleményében kidolgozta. Az itt következő módszer részben követi az ő elgondolásait, de abban különbözik azoktól, hogy míg Korach lineáris összefüggést tételezett fel a készülék-hossz és a hőmérséklet között, addig mi ezt a feltételt eljuttatjuk és a (24) és (32) differenciál egyenletrendszeret vesszük alapul.

A technológiai eredményt akkor tekintjük hasonlóknak, ha a modell és a kivitelt arányos hossz-szaiban a két rakomány felületi és átlagos hőmérséklete, valamint a két melegítő gáz hőmérséklete azonos. A modellre vonatkozó értékeket M , a kivitellelre vonatkozó értékeket K indexszel látva el a feltételeket az alábbi képletek fejezik ki:

$$t_M = t_K, \quad t'_M = t'_K, \quad \frac{x_M}{X_M} = \frac{x_K}{X_K} \quad (41)$$

ahol t a rakomány átlagos hőmérséklete; t' a gáz hőmérséklete; x a készülék hosszúsági futó koordinátája; X a teljes készülék-hosszúság.

Az első két egyenletből az (5) képlet értelmében a felületi hőmérsékletek azonossága is következik.

Írjuk fel a (24) és (32) differenciál egyenlet-rendszereket a (25) rövidítések segítségével egyszer a modellre és egyszer a kivitellelre vonatkoztatva. A (24) egyenlet szerint:

Modell

$$w_M \frac{dt_M}{dx_M} = q_M (t'_M - t_M)$$

$$w'_M \frac{dt'_M}{dx_M} = q_M (t'_M - t_M)$$

Kivitelt

$$w_K \frac{dt_K}{dx_K} = q_K (t'_K - t_K)$$

$$w'_K \frac{dt'_K}{dx_K} = q_K (t'_K - t_K) \quad (42)$$

és a (32) egyenlet szerint:

Modell

$$w_M \frac{dt_M}{dx_M} = q_M (t'_M - t_M)$$

$$w'_M \frac{dt'_M}{dx_M} = q_M (t'_M - t_M) + k_M \Phi_M (t'_M - t_0)$$

Kivitel

$$w_K \frac{dt_K}{dx_K} = q_K (t'_K - t_K)$$

$$w'_K \frac{dt'_K}{dx_K} = q_K (t'_K - t_K) + k_K \Phi_K (t'_K - t_0) \quad (43)$$

Kimutatható, hogy a (42) egyenletrendszer esetében két dimenzió nélküli kifejezésnek kell egyeznie ahhoz, hogy a (41) feltételek teljesüljenek.

$$\frac{w_M}{q_M X_M} = \frac{w_K}{q_K X_K}$$

$$\frac{w}{qX} = \text{állandó} = C_1$$

$$\frac{w'_M}{q_M X_M} = \frac{w'_K}{q_K X_K}$$

$$\frac{w'}{qX} = \text{állandó} = C_2 \quad (44)$$

A (44) egyenletek azt mondják ki, hogy ha a modell és a kivitel C_1 és C_2 értéke megegyezik, akkor a modell és a kivitel hasonló technológiai eredményt fog szolgáltatni.

A (41) feltételek helyettesítése a (43) egyenletbe azt eredményezi, hogy a falvesztéssel működő készüléknél nem két, hanem három dimenzió nélküli kifejezésnek kell megegyeznie ahhoz, hogy a (41) feltételek teljesüljenek.

$$\frac{w_K}{q_K X_K} = \frac{w_M}{q_M X_M}$$

$$\frac{w}{qX} = \text{állandó} = C_1$$

$$\frac{w'_M}{q_M X_M} = \frac{w'_K}{q_K X_K}$$

$$\frac{w'}{qX} = \text{állandó} = C_2 \quad (45)$$

$$\frac{w'_M}{k_M \Phi_M X_M} = \frac{w'_K}{k_K \Phi_K X_K}$$

$$\frac{w'}{k\Phi X} = \text{állandó} = C_3$$

Hagyjuk el a rövidítéseket és vizsgáljuk meg a (45) alatti kifejezések kifejtett formáját:

$$C_1 = \frac{v f \gamma c}{\alpha \varphi \tau X}$$

$$C_2 = \frac{v' f' \gamma' c'}{\alpha \varphi \tau X}$$

$$C_3 = \frac{v' f' \gamma' c'}{k \Phi X} \quad (46)$$

Rendezzük a (46) kifejezéseket olyan módon, hogy a fizikai jellemzők külön és a méretek külön

szerepeljenek.

$$C_1 = \frac{v \gamma c}{\alpha \tau} \frac{f}{\varphi X}$$

$$C_2 = \frac{v' \gamma' c'}{\alpha \tau} \frac{f'}{\varphi X}$$

$$C_3 = \frac{v' \gamma' c'}{k} \frac{f'}{\Phi X} \quad (47)$$

A (47)-ből úgy tűnik, hogyha a modell és a kivitel megfelelő méretei hasonlóak, azaz a jobboldali törték értékei megegyeznek, akkor a modell törvény lényegesen egyszerűsíthető és annak formája a következő lesz:

$$C_1 = \frac{v \gamma c}{\alpha \tau}$$

$$C_2 = \frac{v' \gamma' c'}{\alpha \tau}$$

$$C_3 = \frac{v' \gamma' c'}{k} \quad (48)$$

A (48) kifejezések azonban csak közelítő érvényűek, mert a hőátadási tényező a (35) értelmében függ a hidraulikus átmérőtől,¹ a hőátadási tényezőt pedig a τ tényező is függ ugyanettől, mégpedig zárt alakra nem hozható formában. Emiatt a (47) értelmében történő elválasztás nem egészen jogosult.²

A matematikai fizikának van egy dimenzióelemzésnek nevezett módszere, amely meg tudja adni bármely fizikai összefüggés tényezőiből alkotható, egymástól lineárisan független dimenzió nélküli kifejezések számát és szerkezetét. Ha ezt a módszert a (26) és (32) differenciál egyenletrendszerre alkalmazzuk, akkor négy dimenzió nélküli kifejezéshez jutunk:

$$\pi_1 = \frac{\alpha \tau}{v \gamma c}$$

$$\pi_3 = \frac{c t}{\sqrt{f}}$$

$$\pi_2 = \frac{\varphi}{\sqrt{f}} \quad \pi_4 = \frac{X}{\sqrt{f}} \quad (49)$$

A (49)-ben a kcal mechanikai munkaegyenértékével ($\text{kg}^+ \text{m}^2 / \text{ó}^2$) van figyelembe véve.

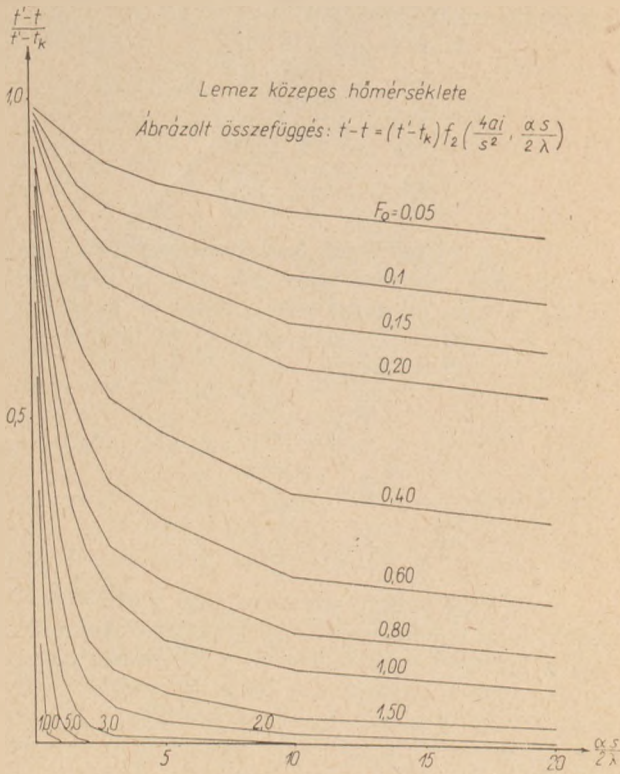
A (44) és (45) alatti dimenzió nélküli kifejezések szerkezete ebből:

$$\frac{w}{qX} = \frac{1}{\pi_1 \pi_2 \pi_4} \quad (50)$$

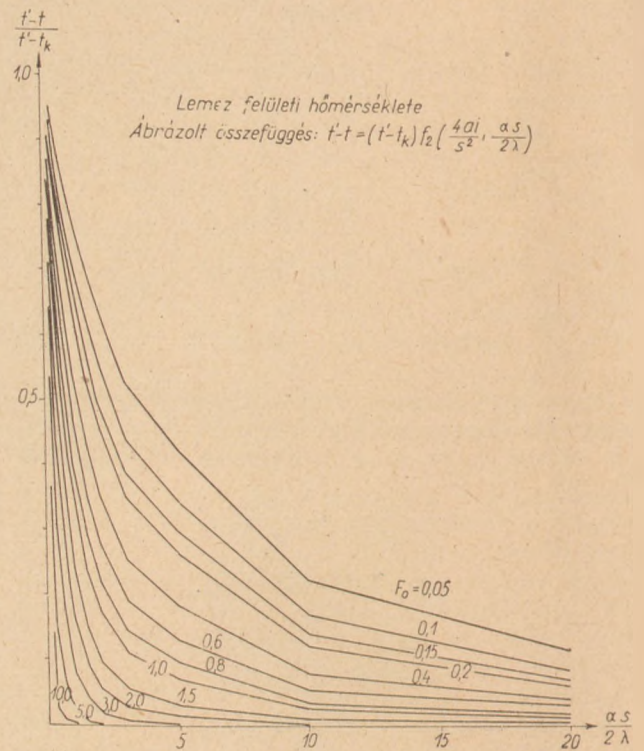
A π_3 az (50) kifejezésben nyilvánvalóan nem szerepelhet, mert ez tartalmazza a hőmérsékletet és a hőmérséklet a (44), (45) kifejezések képezésénél kiesett. Az (50) összefüggés bizonyítja, hogy a (44) és (45) alatti kifejezések ténylegesen az egyedül lehetséges és teljes dimenzió nélküli struktúrák, amelyek a melegítés folyamatának modell-

¹ A hidraulikus átmérő a négyszeres szelvényfelület és a kerület hányadosa. A mi esetünkben $4f' / (\Phi + \varphi)$.

² A C_3 -ban szereplő k hőátvezetési tényező értéke is függ egy mérettől, mégpedig a készülék falvastagságától.



5. ábra

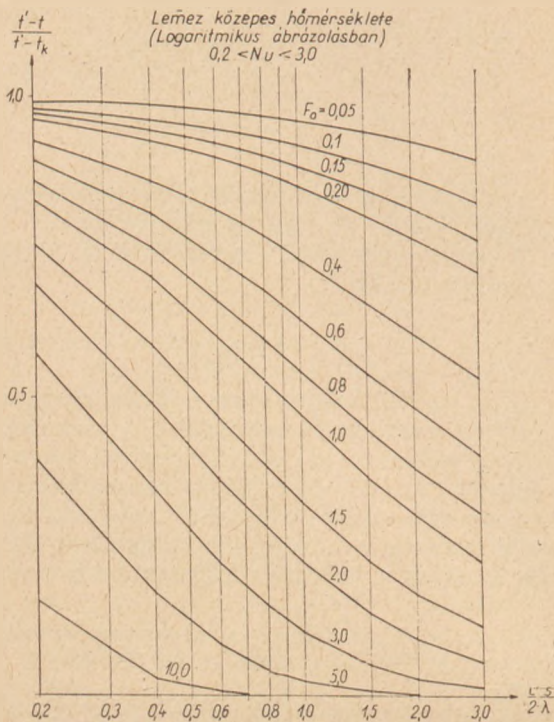


7. ábra

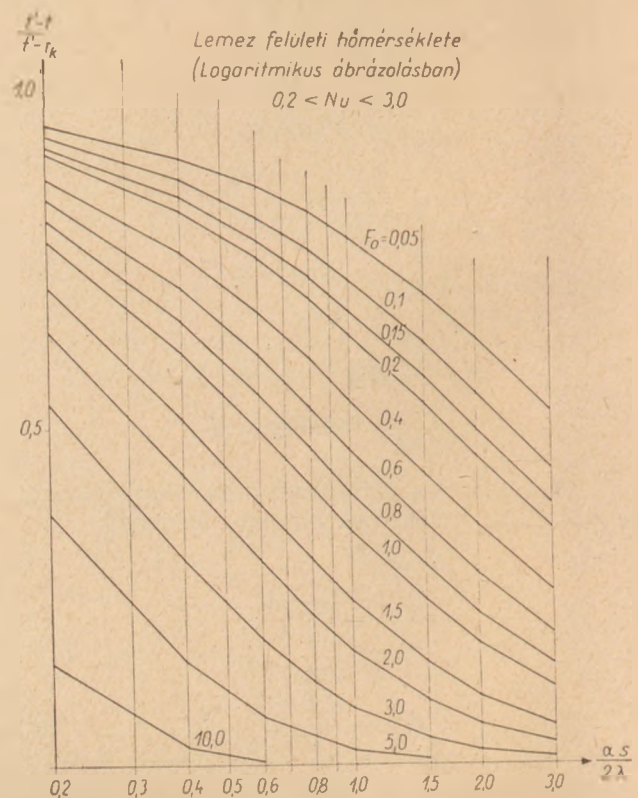
szerű jellemzésére a (41) feltételek mellett alkalmazások.

A (41) feltételek és a belőlük levezetett modell-törvény csak egyikét képezik a jóformán számtalan lehetőségnek, amelyek mind új meg új modell-törvény alakjában fejezhetők ki. Ha pl. a (41) feltételeket úgy módosítjuk, hogy ne csak a hőmérsékletek, hanem a tengelyirányú hosszak

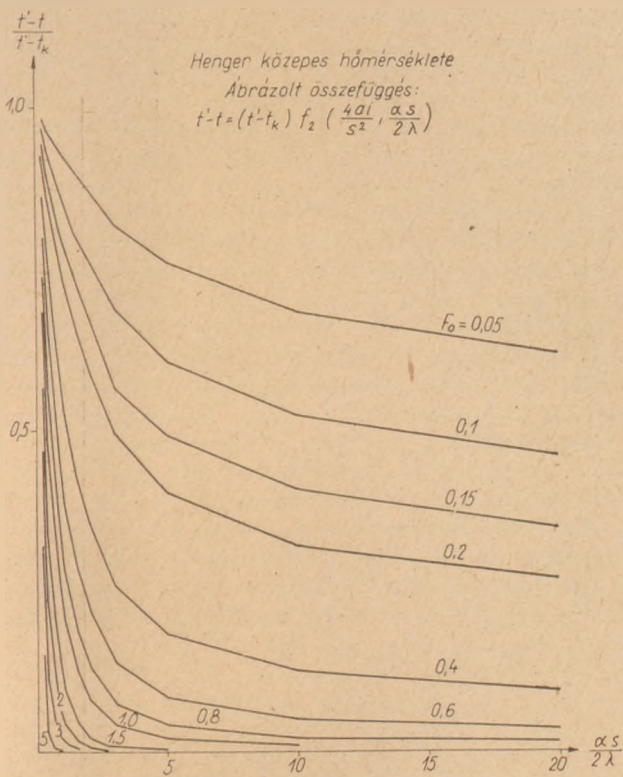
is azonosak legyenek, akkor szűkebb területen érvényes, szigorúbb modell-törvényhez jutunk. Ha viszont pl. a tengelyhosszak arányossága mellett nem követeljük meg a jellemző hőmérsékletek azonosságát, hanem azoknál is megelégszünk arányossággal, akkor tágabb tartományra vonatkozó, lazább törvény az eredmény. Minél szigo-



6. ábra

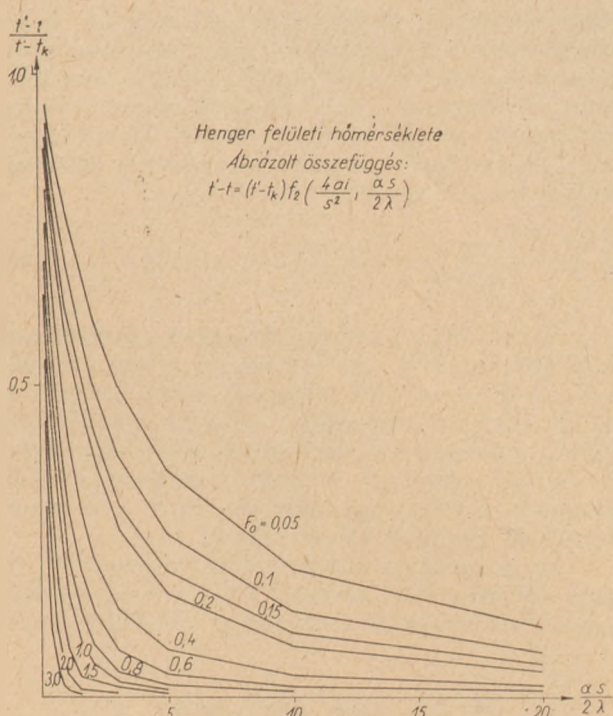
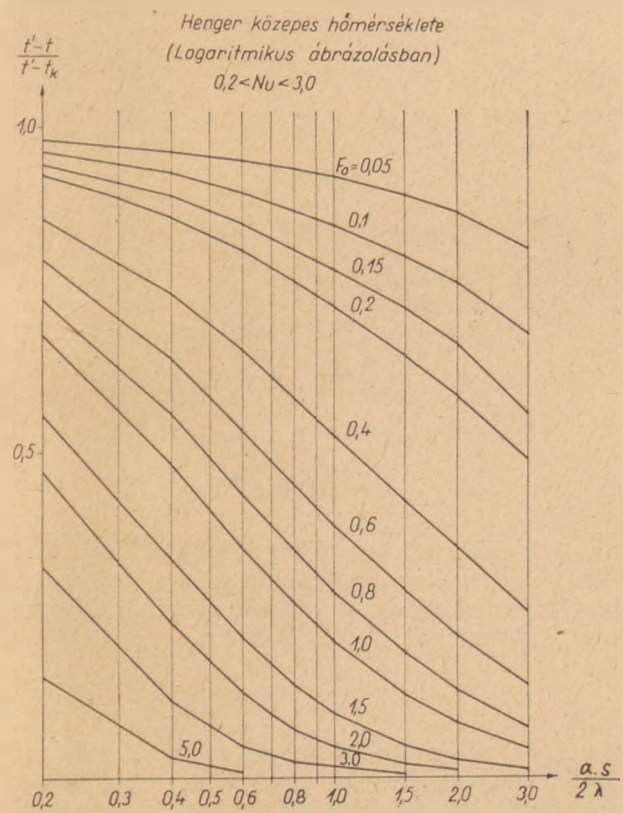


8. ábra

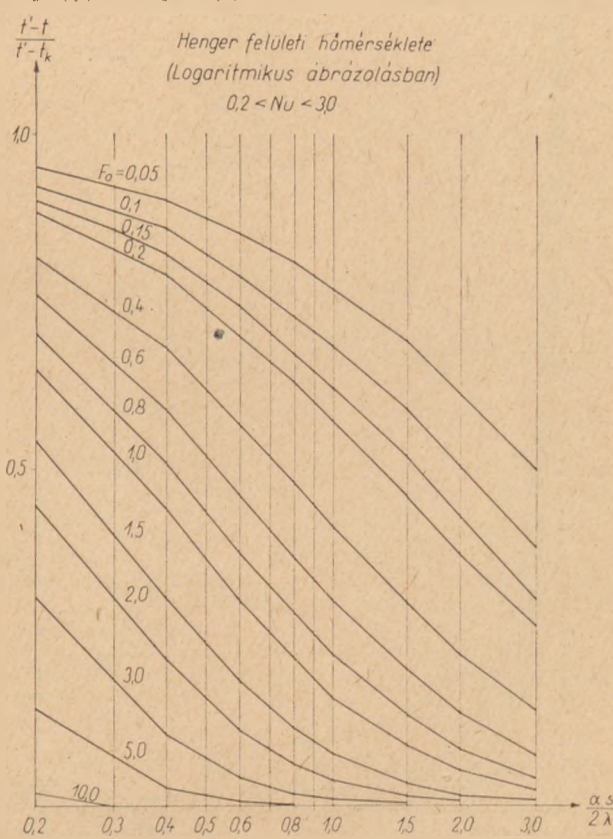


rúbb a modelltörvény, annál egyszerűbb, minél lazább, annál bonyolultabb matematikai kapcsolat fejezi ki.

Végül is ki kell térnünk arra, hogy a (44) és (45) alatti kifejezéseket, a „modellállandókat”, miképpen használjuk fel gyakorlati számításhoz.



Elsősorban azt vizsgáljuk meg, hogy magán a modellen milyen méréseket kell eszközölnünk a modellállandók megállapításához. Ehhez vegyük szemügyre a (24) és (32) differenciálegyenlet-rendszerek fizikai és méretállandóit. A rakományra vonatkozóan ismert a rakományszelvény (f), a faj súly (γ), a fajhő (c) és a készülékhoossz (x), szaba-

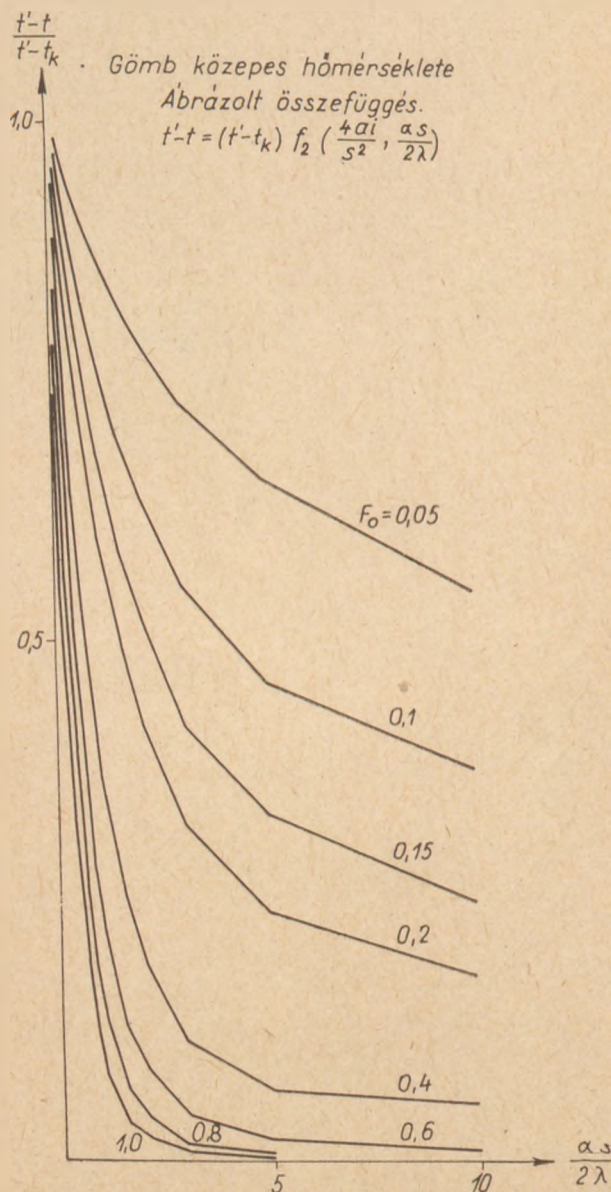


don választható végül a tolási sebesség (v). A készülék-hossz és a haladási sebesség hányadosa megadja a rakományi tartózkodás idejét a készülékben. Fennmarad, mint meghatározandó fizikai mennyiség az $\alpha\tau$ szorzat. Ennek számításához a (14) összefüggést vesszük segítségül és azt megoldjuk az $\alpha\tau$ szorzatra vonatkozólag.

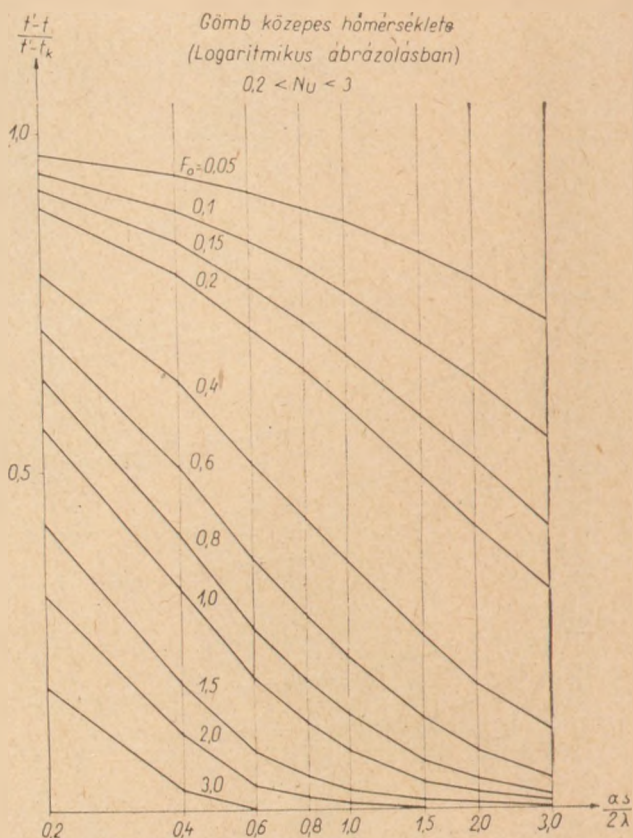
$$\alpha\tau = \frac{f\gamma c}{\varphi i} \frac{t_r - t_k}{(t'_k - t_r) - (t'_r - t_k)} \ln \frac{t'_k - t_r}{t'_r - t_k} \quad (51)$$

A (51) képlet helyes felírásához mérésel meg kell állapítanunk úgy a rakomány, mint a gáz kezdeti és végső hőmérsékleteit. Ezek birtokában a (51) felírható, megoldható és ezzel a (44) és (45) alatti, rakományra vonatkozó modellállandókat ki tudjuk számítani. A gázra vonatkozó modellállandók esetében ugyanígy járunk el, csak a gáz megfelelő állandóit helyettesítjük.

Ha a modellen történt mérés alapján a (44) és (45) kifejezésekben szereplő C_1 , C_2 és C_3 modellállandókat meghatároztuk, akkor a kivitelre vonat-



13. ábra



14. ábra

kozó w , w' , q , és $z = kq$ szorzatok közül kettőt szabadon választhatunk, a további kettőt azonban a C_1 , C_2 és C_3 modellállandók egyértelműen meghatározzák, mégpedig az alábbi módon:

a) Ha adott w és $q \cdot X$, akkor

$$w' = \frac{C_2}{C_1} w \text{ és } z = \frac{C_2}{C_3} q$$

b) Ha adott w és zX , akkor

$$w' = \frac{C_2}{C_1} w \text{ és } q = \frac{C_3}{C_2} z$$

c) Ha adott w' és qX , akkor

$$w = \frac{C_1}{C_2} w' \text{ és } z = \frac{C_2}{C_3} q$$

d) Ha adott w' és zX , akkor

$$w = \frac{C_1}{C_2} w' \text{ és } q = \frac{C_3}{C_2} z$$

e) Ha adott w és w' , akkor

$$qX = \frac{w}{C_1} = \frac{w'}{C_2} \text{ és } zX = \frac{w'}{C_3}$$

(52)

A legcélszerűbben akkor járunk el, ha a kivitelre vonatkozólag megadjuk a w és w' szorzatokat az (52e) értelmében. Megadjuk ezenfelül a kívánt készülék-hosszat is (X) és akkor a

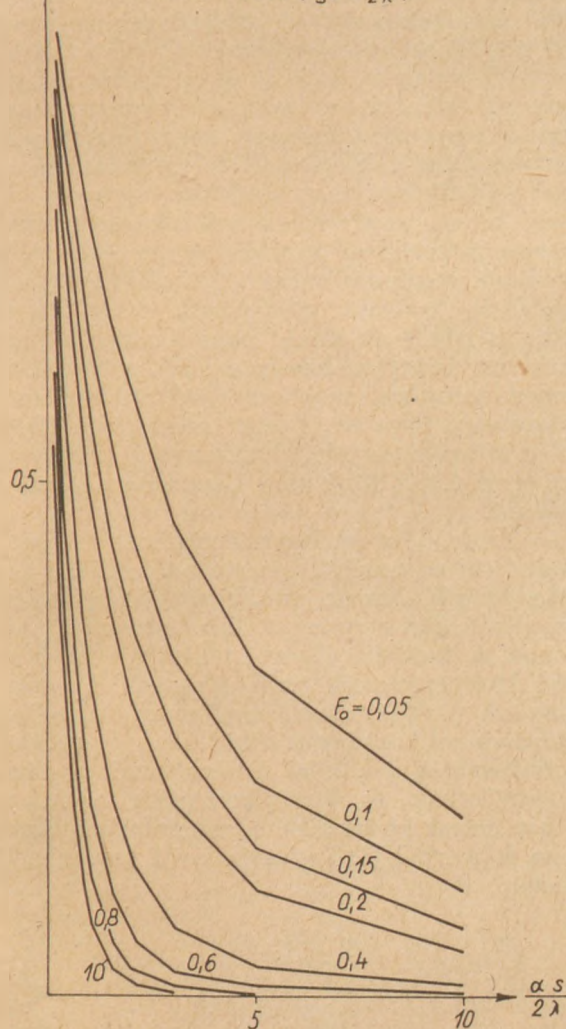
$$\alpha\tau = \frac{w}{C_1 \varphi X} = \frac{w'}{C_2 \varphi X} \quad (53)$$

Miután a gáz áramlási sebességét a w' kifejezés értelmében megkapjuk, hogy pl. a veszteségmentes készüléknél mekkorának szabad lennie a kivitelnél az $\alpha\tau$ szorzatnak. A modelltörvényen

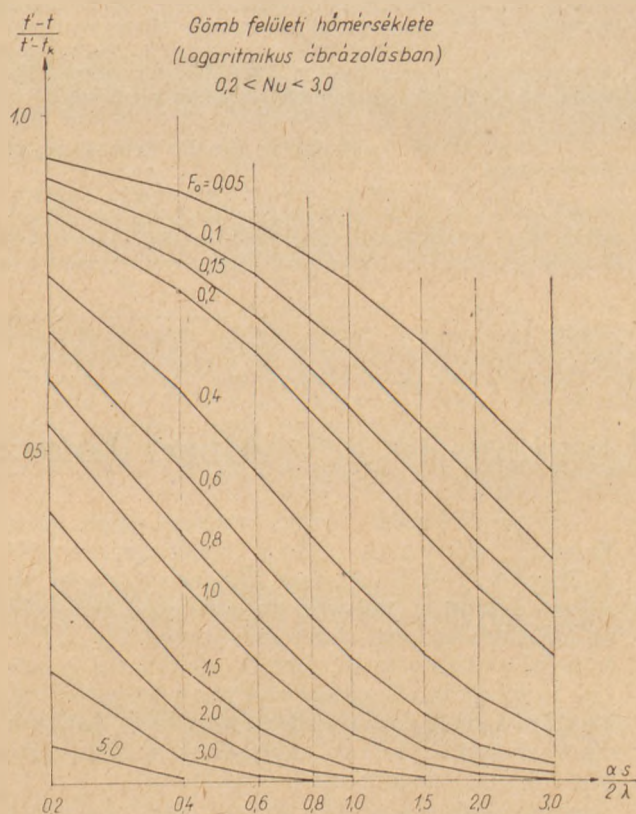
alapuló számítás segítségével eddig juthatunk el. megadásakor ugyancsak megadtuk, most már a (35) képlet segítségével számíthatunk kell a kivitelnél fellépő hőátadási tényezőt, ezzel és a készülékméretek segítségével a τ tényezőt, képezni a kettő szorzatát és behelyettesíteni a modellállandóba. Ha az így kapott érték megegyezik vagy közelesik a modellen meghatározott C_1 C_2 értékekkel, akkor a számítást befejeztük, ha azonban nem, akkor a w és w' értékeket, de legalábbis a w' értéket újra kell felvennünk, ismét számíthatunk az $\alpha\tau$ szorzatot és ismét elvégezni a visszahelyettesítést. Ilyenmódon többszöri próbálgatással kell eljutni a megfelelő gázsebesség felvételével ahhoz az $\alpha\tau$ szorzathoz, amely a modellállandóba helyettesítve a megfelelő C_1 , vagy C_2 értékkel egyező, vagy ahhoz közeleső értéket eredményez.

A modelltörvényen alapuló módszer szerint ugyancsak nem szabatos és az eredmény általában csak többszöri próbálgatás után lehet kielégítő. Kétségtelen előnye azonban a módszernek, hogy a kiindulás tekintetében legalább ténylegesen mért

$\frac{t'-t}{t'-t_k}$
Gömb felületi hőmérséklete
Ábrázolt összefüggés:
 $t'-t = (t'-t_k) f_2 \left(\frac{4ai}{s^2}, \frac{\alpha s}{2\lambda} \right)$



15. ábra



16. ábra

eredményeken nyugszik és a számítási bizonytalanságnak a kivitelre vonatkozóan csak egyetlen tényezőnél van szerepe.

IRODALOM

1. A. Schack : Der industrielle Wärmeübergang. Düsseldorf 1948. 2—4 old. és 218—226.
2. W. Heiligenstaedt : Ipari kemencék hőtechnikai számításai Budapest, 1958. 210—215. old.
3. M. Korach : Théorie du four-tunnel et cuisson rapide „Sandwich”. I. (Essais sur modèles de fours-tunnel théoriques.) Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae 1—2. Budapest, 1955. Théorie du four-tunnel et cuisson rapide „Sandwich”. II. Acta Technica 1959. 1—2 sz.
4. E. Buckingham : The Physical Review. 1914. IV. kötet, 4. sz. 345—376. old.
5. Henry L. Langhaar : Dimensional Analysis and Theory of Models New York 1951. 29—37. old.

Sasvári György : Módszerek a melegedés számításához.

A közlemény igen szemléletesen mutatja meg, hogy miben áll a melegedés számításának problémája és hogy az milyen elvi nehézségekkel van egybekötve. Önálló megoldást közöl egy idealizált, falzati veszteségmentesen, ellenáramban működő hőkezelőberendezésben lejátszódó melegedés lefolyásának számítására, majd ezt kiegészíti a falzati veszteségeket számbavevő, közelítő módszerrel.

A munka fontos lépés azon az úton, amely végül a hőkezelő berendezések jelenlegi tapasztalati alapon végzett méretezésének helyébe az exakt fizikai alapon való méretezést fogja lehetővé tenni.

Дьердь Шашвари : МЕТОДЫ РАСЧЕТА НАГРЕВА.

Излагаются проблемы расчета нагрева и его принципиальные затруднения. Имеется возможность на расчет процесса нагрева в теплообработочной уста-

новке, эксплуатирующей в противотоке, без потерями в среду. Излагается метод для учета потерь в среду.

Проведение расчетов на экзактной, физической основе предлагается вместо расчетов теплообработывающих установок на основе настоящих опытов.

György Sasvári: Methoden für die Ermittlung der Erwärmung.

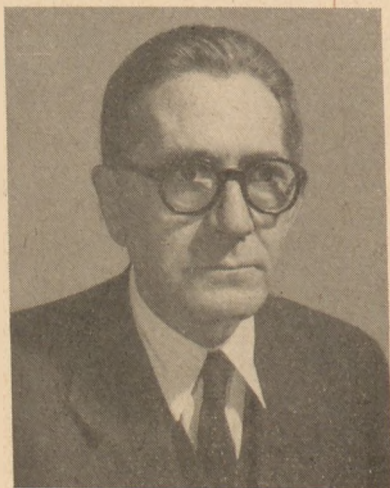
In dieser Mitteilung wird in einer sehr anschaulichen Weise vorgeführt, worin das Problem der Berechnung der Erwärmung liegt und welche prinzipielle Schwierigkeiten im Zusammenhange mit dieser Auf-

gabe auftauchen. Der Verfasser gibt eine selbständige Lösung für den Ablauf der Erwärmung in einer idealen Wärmebehandlungsanlage, welche im Gegenstrom und ohne Verlust an der Wand arbeitet, und diese Lösung wird mit einem Annäherungsverfahren, welches auch den, an der Wand auftretenden Verlust in Rücksicht nimmt, ergänzt.

Die Arbeit ist ein Schritt auf dem Wege, welcher letzten Endes — anstatt der jetzigen, auf empirischen Grundagel durchgeführten Bemessung der Wärmebehandlungsanlagen — zu der Bemessungsmethode auf exakter physikalischer Grundlage führt.

Albert János dr. Kossuth-díjas

Egyesületünket nagy megtiszteltetés érte, Kossuth díjasainak száma ismét gyarapodott. A Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa dr. Albert Jánost, a műszaki tudományok doktorát, az EAKKI tudományos osztályvezetőjét a Kossuth-díjjal tüntette ki. Ennek az adományozásnak a jelentőségét emeli még az, hogy az idén kiváló műszaki alkotásért mindössze négy Kossuth-díjat osztottak ki, az ünnepeltek sorába jutni tehát növeli a megbecsülés értékét.



Albert János neve, munkája és eredményei a hazai durvakerámiai iparral szorosan összeforrt. Habár pályája kezdetén a mezőgazdasági kémiai technológiával, majd a kátrány- és olajiparral foglalkozott, rövid idő múlva még mint fiatal vegyészmérnök megtalálta megfelelő helyét a szilikátiparban és a Nagybátony—Ujlaki Egyesült Művekben a durvakerámiai gyártásban vett részt, ahol végül is tudása és tehetsége révén a műszaki igazgatói állást töltötte be.

Albert Jánost azonban nem elégítették ki a termelés problémái. A sok esztendőn keresztül megszerzett üzemi ismereteket és tapasztalatokat nem tekintette munkássága végcéljának, csak eszköznek, előfeltételnek, ami vágyait, a durvakerámiai kutatást megalapozza. És amidőn a felszabadulás után az EAKKI durvakerámiai osztály vezetője lett, be is tudta bizonyítani, hogy a kutatások eredményei biztosítva vannak, ha a szakembernek üzemi múltja és kutatási hajlama, rátermettsége van. Ezt igazolják azok az eredmények is, amelyek Albert János kutatási munkáján alapszanak. Az az értékes munka, amit a nagypaneles építkezésnél szereplő könnyű anyagok, a duzzasztott agyagkavics nagy pórustérfogatú könnyűbeton adalékanyag, a perlit hőszigetelő és hangtompító anyagok, a perlitalapú nagy hőállóságú anyagok, a kerámiai kötésű porszenhamu építőelemek kutatási és üzemi méretekben gyártása terén Albert János kifejtett, meghozta a durvakerámiai ipar és a nép gazdaság számára gyümölcsét. Nem hagyható említés nélkül az elisolit nagyfrekvenciás kerámikus test készítése, amely a lakihegyi adó 314 m magas tornyának ránehezülő súlyát évek óta kifogástalanul bírja ki. Ezeket a kutatási sikereket még műszaki irodalmi tevékenység is gyarapítja, amelyek közül több cikk Lapunkban látott napvilágot.

Albert János Egyesületünknek szorgalmas tagja, aki nemcsak felismerte a társadalmi munka jelentőségét, hanem annak gyakorlásában is az élenjárók között szerepel. Felolvasásaival, ismereteinek és kutatási sikerei eredményeinek közlésével klubnapjainkat teszi sikeresebbé, cikkeivel Lapunk nívóját emeli, konferenciáinkon tartott előadásaival hozzájárul ahhoz, hogy Egyesületünk munkásságát a külföld is megismeri és elismeri. Egyesületünk és Lapunk büszke egyik aktív tagja magas kitüntetésére, megérdemelt elismerésére és szívből jövő gratulációval vesz részt örömeiben.

Lapszemle

Építésügyi Dokumentációs Iroda külföldi lapszemléje

CEMENT WAPNO GIPS

1960. 2. szám

Wlassak, P.: Kerámiai gipsztermelés hazai nyersanyagokból. (p: 29—33, á: 1, t: 5, b: 5)

A lengyel kerámiai iparban öntőminták készítésére használt gipszfajták (lengyel, ún. „mintázógipsz és importgipsz). A „mintázó” gipsz nem mindig felelt meg az ipar követelményeinek. Új eljárás ismertetése a kerámiai gipszgyártásban, lengyel nyersanyagok felhasználásával. A laboratóriumi és üzemi kísérletek eredményei azt bizonyítják, hogy a $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ban gazdag lengyel kőzetek alkalmazása kerámiai gipsz gyártására, megfelelő kezelés és égetés után.

Cieslinski, W.: A nyersanyagörlés problémája a korszerű cementiparban. (p: 34—37, b: 4)

A nyersanyagörlés az anyagok optimális diszperziójának figyelembevételével. Kutató kísérleteinek ismertetése, ennek alapján a diszperzió optimális fokának meghatározása adott feltételek mellett. Az örlési folyamat módjának megválasztása, nedves és száraz eljárás, nyitott és zárt körfolyamatú örlés. A száraz eljárásban főleg a zárt körfolyamatú örlést alkalmazzák, az anyagok egyidejű szárítása mellett. Az örlőberendezések szerkezete, többkamrás örlőberendezések tökéletesítési lehetőségei. Újtípusú örlőberendezések a külföldi cementiparban.

Rej, K.: Tüzelőanyag- és energiazugzátkodás az építőanyagiparban. (p: 37—50, t: 16)

Statisztikai adatok az építőanyagipar tüzelőanyagfogyasztásáról 1957—59. években. A tüzelőanyagok értékének (árának) és a termelés értékének összevetése. Az energetikus jelenlegi helyzetének értékelése. Az építőanyagipar legfontosabb termelési ágazatainak főbb fejlesztési irányelvei a hőgazdálkodás szempontjából. Hidraulikus kötőanyagok gyártására szolgáló, 1960—65-re vonatkozó beruházandó berendezések beruházási és termelés-növekedési mutatószámai.

Ludera, L.: A forgókemencébe adagolt anyag kezelési időtartama. (p: 50—52, t: 4, g: 1)

A forgókemencébe adagolt anyagok áthaladási időtartamának meghatározására szolgáló négy képlet tárgyalása. Anselm W. és Hodorov E. J. képleteinek alkalmazása, amelyek szerint az áthaladási időtartam a kemence kapacitásának ill. méreteinek a függvénye.

CEMENT WAPNO GIPS

1960. 3. szám

Swietoslawski, W., Zielenkiewicz, W.: A cement hidratációs hőjének ellenőrzése „labirint-kaloriméterrel” (p: 61—64, á: 2, t: 2, g: 3, b: 5)

Újtípusú, ún. labirint-kaloriméter szerkezetének ismertetése. A vizsgált cementfajták termokémiai jellemzői, valamint a szabad hőmennyiségre vonatkozó adatok. Mérés idő: a habareskészítéstől számított 34 óra.

Duchniewski, E.: Egyidejű, többkomponensű DTA. (p: 65—69, á: 3, g: 2, b: 32)

Több próbatestet hevítettek egy kemencében. A frakció-jellegzőgörbéknek és az eredeti közét jellegző görbéjének összehasonlításából következtetni lehet az eredeti minta frakcióinak mennyiségi részarányára. Az elemzéshez felhasznált, egyszerű készülék ismertetése.

Mironov, S. A.: Nagyszilárdsági cementtel készült betonok elektromos melegítése. (p: 70—78, á: 1, t: 7, g: 5)

A Szovjetunióban végzett kísérletek ismertetése. A módszer előnyei: a termelés automatizálása, a melegítés gyorsítása, egyenletes hőbevitel. Ezek az előnyök elsősorban monolit szerkezeteknél és téli munkáknál jutnak kifejezésre. Az eljárást az elektromechanikai és kémiai szempontok és a korróziólehetőségek figyelembevételével dolgozták ki.

Peukert, S.: Néhány kritikai megjegyzés a többkamrás cementmalmokról. (p: 78—83, á: 3, t: 6, b: 11)

A többkamrás malmok alkalmazásával kapcsolatos megfigyelések és észrevételek. UZTP típusú, három- és négykamrás malmokkal szerzett tapasztalatok és eredmények. Intézkedések a csőmalmok hatásfokának a növelésére. Az örlőtestek mennyisége, a malmkamráinak töltési tényezője, szelölési problémák megoldása.

SILIKATTECHNIK

1960. 3. szám

Barth, K.: Fotoszenzitiv üvegeken végzett mérések. (p: 101—105, g: 13, b: 7)

Kísérletek alapján tárgyalja a fotoszenzitiv üvegekben végmenő belső folyamatokat. Mielmélete segítségével kiszámítja az ezüst-üveg rendszer abszorpciós görbéit és azok alakjából

következtet az elszíneződés kinetikájára. A folyamatok elméleti megvilágítása.

Kühne, K.: Üveges anyagok termo-effektusai. Vizsgálatok a DTA segítségével. (p: 106—108, á: 1, g: 2, b: 4)

Próbátartó leírása, amely a DTA során olvadó anyagokhoz alkalmas. Na—Ca-szilikátok és más, több összetevőjű, nagy vegyi ellenállású üvegeken végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a DTA görbék eltérőek, attól függően, hogy milyen módon hőkezelték annak idején az üvegeket. Ezt az eltérést a szerző részletesen tárgyalja.

Kröckel, O.: Új hőelem nagy hőmérsékletek mérésére. (p: 108—111, á: 8, t: 1, g: 3, b: 14)

MoSi_2 /Mo-hőelem összetételének, előállításának és tulajdonságainak ismertetése, amely oxidáló atmoszférában 1700 °C-ig, redukáló atmoszférában pedig 1850 °C-ig használható.

Schleicher, E.: Oxidos félvezetők aktíválási energiájának meghatározására szolgáló automata műszer. (p: 112—115, á: 6, g: 3)

Az ismertetett automata berendezés a mérési eredményeket az analógia-elv szerint működő kapcsolás segítségével önműködően értékeli.

Böhme, W.: Kerámiai próbatestek szilárdsági értékeinek nomogramfikus meghatározása. (p: 116—118, á: 4, g: 4, b: 6)

Görbesereses és pontszerű nomogramok szerkesztésének ismertetése és a két nomogramfajta alkalmazása kerámiai próbatestek húzó- és hajlítószilárdságának, valamint átütési ellenállásának kiszámítására.

Röbert, S.: Téglá vizsgálat a hasító-húzószilárdságra. (p: 119—120, á: 5, b: 6)

Szerző javasolja, hogy a homogén tégláanyag minőségvizsgálata során alkalmazzák a hasító-húzószilárdság meghatározást. A vizsgálati eredményt az szállítási okmányokhoz csatolni kell.

Petzold, A., Talke, I.: A szilárduló portlandcementek DTA-járól. (p: 122—125, g: 5, b: 12)

Áttekintés a feldolgozott cement termográfiájáról. A DTA-vizsgálatok kifejezett csúcsot mutatnak az 540 °C-nál, valamint kisebb endoterm csúcsot a 100 és 200 °C között és a 840, majd 900 °C-os bekövetkező endoterm reakciók hatására. Ezeket a hatásokat tárgyalja részletesen a cikk.

SZKLO I CERAMIKA

1960. 1. szám

Chmielenski, J., Uszynska, A.: A samott oldódása optikai üvegekben. (p: 9—11, t: 2)

Az üveg fényátbocsátóképessége növekszik, ha az elegy keverése jobb, ezért kényszerkeverést alkalmaznak. A keverék összetételét a keverés módjától függően kell meghatározni. A kísérletek

szerint a samotton képződő máz vastagsága az oldódás szempontjából nem döntő jelentőségű, azonban megakadályozza a levegő behatolását a samotthól az üvegbe.

Kopec, M.: Síküvegutak munkaigényessége. (p: 11—14, t: 1)
Különböző üzemek egyes rész-munkafolyamatainak összehasonlítása munkaigényesség szempontjából: előkészítés, gázgenerátor, kemenceüzem, szállítás a vágóba, üvegvágás, csomagolás és szállítás,

segédmunkák. Lengyelországban a munkaigényesség nagyobb, mint más országokban, pl. Magyarországon.

Syska, Z.: A szén szerepe a porcelán-cserépben, égetés alatt. (p: 14—16)
Szerző abból indul ki, hogy a hőkezelésnek azon a fokán, amikor a cserép pórusai záródnak, a cserépben el nem égett szénnek nem szabad lennie. Ebből a szempontból vizsgálja az égetéskor lejátszódó reakciókat.

NEMCSAK

új magyar- és idegennyelvű

HANEM

antikvár szakkönyveket

IS

vásárolhat és eladhat a

**MŰSZAKI
KÖNYVESBOLT
ANTIKVÁRIUM-ban
BUDAPEST,
VII., Lenin körút 7. sz.
Telefon: 221-082.**

ÉPÍTŐANYAG

Főszerkesztő: Korach Mór, Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 750 példányban

80-1895-889/2 - Révai-nyomda Budapest V. Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál.

Előfizetési díj: 1/4 évre 18.—Ft., félévre 30.—Ft., egyes szám ára: 6.—Ft. — Csekszámlaszám: egyéni 01,252. közületi: 61,060

**A Műszaki Könyvkiadó hirdetéseket felvesz
az alábbi díjszabás szerint:**

Egészoldalas hirdetés ára	1440,— Ft
Féloldalas hirdetés ára	720,— „
Negyedoldalas hirdetés ára	360,— „

HIRDESSZEN AZ

É P Í T Ó A N Y A G B A N

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22
Telefon : 112-273

Befizetéseket az MNB 46 egyszámlára kérjük

Szakkönyvek !

CRISTOFOLI OTTÓ: Épületburkolás , 2. átd. és bőv. kiadás (Ipari Szakkönyvtár)	14,— Ft
FILL FERENC: Üvegtechnika , 2. kiadás (Ipari Szakkönyvtár)	12,50 Ft
Műszaki bibliográfia 1900—1955 (Szerkesztő: Jánszky Lajos)	81,— Ft
KLEINHAMPL: Bádogosmunka , 2. javított és bőv. kiadás (Ipari Szakkönyvtár)	30,50 Ft
KOVÁCS LAJOS szerk.: Műanyag zsebkönyv , 2. bővített kiadás	86,— Ft
LÓCSEI BÉLA: Üveggyártás	21,50 Ft
MÁRTON ISTVÁN: Üvegcsiszolás	13,— Ft
PREISICH—REISCHL—VADÁSZ: Városi családi ház	41,— Ft
POGÁNY FRIGYES: Szobrászat és festészet az építőművészetben	110,— Ft
SÁGHELYI—SZILASI: Üvegezés	16,50 Ft
HÁMORY ALBERT: Villanyszerelés (Ipari Szakkönyvtár)	23,— Ft

„Panoráma“ — Idegenforgalmi szakkönyveink:

BALATON	kötve 47,— Ft
SZEGED	fűzve 19,50 Ft
	kötve 25,— Ft
VISEGRÁD	fűzve 14,50 Ft
	kötve 18,50 Ft

„Magyarország írásban és képen“ c. sorozatban eddig megjelent kötetek :

Budapest—Eger—Szilvásvár
Budapest—Miskolc—Aggtelek
Budapest—Pilis—Vértes—Gerecse
Budapest—Velencei-tó—Székesfehérvár
Budapest—Veszprém—Bakony
Füzetenként 12,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

Szakkönyvesbolt :

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT-ANTIKVÁRIUM

Budapest, VII., Lenin körut 7.