

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

10. SZÁM

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

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőszéki titkár:

Hlisenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Baksay Zoltán

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22,

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438,

★

Felelős kiadó:

az É. M. Építőipari

Könyv- és Lapkiadóvállalat

igazgatója

★

Kiadóhivatal:

V., Kossuth Lajos-utca 17.

Telefon: 384-324

TARTALOM

| | Old. |
|--|------|
| <i>Popovics Sándor—Ujhelyi János: Az 1953. évben végzett cementvizsgálatok eredményeiről</i> | 315 |
| <i>Dr. Albert János: A szárításnál végbemenő fizikai folyamatok kerámiái anyagokban</i> | 321 |
| <i>Kérdés-felelet</i> | 329 |
| <i>Kiss Károly: Pneumatikus szállítás a cementiparban</i> | 330 |
| <i>Lettner József: Üvegből készíthető szerkezeti elemek</i> | 340 |
| <i>Nagy Dezső: Csehszlovákiai tanulmányutunk tapasztalataiból</i> | 347 |

Содержание:

| | сторона |
|--|---------|
| <i>Шандор Попович-Янош Уйхеи: О результатах исследования цемента, проведенных в 1952 году</i> | 315 |
| <i>Др. Янош Алберт: Физические процессы происходящие при сушении в керамических материалах</i> | 321 |
| <i>Вопрос-ответ</i> | 329 |
| <i>Кароль Киш: Пневматический транспорт в цементной промышленности</i> | 330 |
| <i>Йозеф Летнер: Конструктивные элементы, производимые из стекла</i> | 340 |
| <i>Деже Надь: Из опытов нашей командировки в Чехословакию</i> .. | 347 |

SOMMAIRE:

| | Nos. Pages |
|--|------------|
| <i>Sándor Popovics—János Ujhelyi: Les résultats des recherches sur le ciment effectuées au cours de l'année 1952</i> | 315 |
| <i>János Albert dr.: Les processus physiques du séchage dans les matières céramiques</i> | 321 |
| <i>Questions — Réponses</i> | 329 |
| <i>Károly Kiss: Le transport pneumatique du ciment</i> | 330 |
| <i>József Lettner: Elements constructifs en verre</i> | 340 |
| <i>Dezső Nagy: Quelques expériences de notre voyage d'étude en Tchecoslovaquie</i> | 347 |



ÉPÍTŐANYAG

5. ÉVFOLYAM 10. SZÁM

Az 1952. évben végzett cementvizsgálatok eredményeiről

POPOVICS SÁNDOR—UJHELYI JÁNOS

Építőiparunk 1952. évi mennyiségi termelése, továbbá ezzel egyidejűleg az önköltségsökkentésre és a minőségi munkára való törekvés szükség-szerűen magával hozta az ellenőrző és minősítő laboratóriumi vizsgálatok számának megnövekedését. Az alábbiakban az ÉTI Minősítő Laboratóriumban végzett munka egy részéről, a cementek 1952. évi szabványos vizsgálatáról számolunk be.

Tanulmányunkban csak azokkal a cementekkel foglalkozunk, amelyek statisztikai feldolgozásához elegendő számú adat állt rendelkezésünkre.

A cementvizsgálatokat 1952. évben a MNOSZ 523—51. sz. szabvány előírásai szerint végeztük. Eszerint a cementszilárdság megállapításához készített szabványos próbatestek összetétele:

- 1 súlyrész cement,
- 3 súlyrész durva normálhomok
- a száraz keverék súlyára vonatkoztatott 7,5% víz.

A próbatestek alakja: nyomószilárdságvizsgálatnál 7,07 cm élhosszúságú kocka, húzószilárdságvizsgálatnál szabványos méretű piskóta.

A cementhabarcs összeállítását, keverését és tömitését ugyancsak a szabvány előírásai szerint végeztük.

A szilárdsági eredmények kiértékelését — a matematikai statisztika módszereit alkalmazva — az alábbi 1—5. pontban foglaltuk össze.

1. A számszerű értékeket a származási hely és szilárdsági osztály szerint csoportosítottuk. Mivel elsősorban a tatabányai „500”-as és a belpátfalvi „500”-as cementek álltak kiértékelésre alkalmas mennyiségben rendelkezésünkre, e cementfajtáknál számítottuk ki a 7 és 28 naposnyomószilárdságok közötti korrelatív összefüggést. Ezeket a számításokat elvégeztük ezenkívül

az összes vizsgált „500”-as cementre is. A számítások alapján kapott regressziós egyeneseket és ezek egyenleteit az 1—3. ábrákon tüntettük fel.

Az ábrákon az ismert 7 napos nyomószilárdságokhoz tartozó várható 28 napos nyomószilárdságok vonalát folytonos vonallal, az ismert 28. napos szilárdságokhoz tartozó várható 7 napos szilárdságok vonalát szaggatott egyenessel rajzoltuk meg. Pl. a tatabányai „500”-as cementeknél 530 kg/cm^2 7 napos szilárdsághoz 650 kg/cm^2 28 napos érték várható, ezzel szemben 650 kg/cm^2 28 napos szilárdság esetén 510 kg/cm^2 7 napos szilárdság a valószínű.

2. Az I. sz. táblázatban közölt összeállítás a különböző cementfajták 2, 7 és 28 napos nyomó- és húzószilárdságának átlagát, a kapott legkisebb és legnagyobb értékeket és a szórásokat tartalmazza. Ebből megállapítható az, hogy a 2 napos szilárdsági eredmények szórása nemcsak százalékosan, hanem abszolút értékben is majdnem kivétel nélkül nagyobb, mint a 7, vagy 28 napos szilárdsági eredmények szórása. Ezt a körülményt részben az is magyarázza, hogy a szabványban előírt $+20 \text{ C}^\circ$ készítési és tárolási hőmérsékletet az ÉTI Minősítő Laboratórium felszerelés hiányában nem tudja biztosítani.

3. Az egyes cementgyárak 500-as cementjeinek mértékadó átlagos 28 napos nyomószilárdsági értékeit alapulvéve, a minőségi sorrend a következő:

1. Tatabányai „500”-as cement,
2. Lábatlani „S-54”-es cement,
3. Belpátfalvi „500”-as cement,
- 4—5. Lábatlani „500”-as és beremendi „500”-as cementek.

Az átlagok és a szórások számértékeinek alapján kimutatható az is, hogy a különböző helyről származó, de azonos márkájú cementek középértékei közötti különbség olyan nagy, hogy azt

28 napos szilárdságvizsgálati eredmények
Nyomószilárdság

2. táblázat

| C e m e n t g y á r | 1928 | | | 1930 | | | 1931 | | | 1952 | | |
|------------------------|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|-------|
| | Vizsg. száma | Min.-max. értékek | Átlag | Vizsg. száma | Min.-Max. értékek | Átlag | Vizsg. száma | Min.-max. értékek | Átlag | Vizsg. száma | Min.-max. értékek | Átlag |
| Nyomószilárdság | | | | | | | | | | | | |
| Bélapátfalvi | | | | | | | | | | | | |
| Tatai | 6 | 505—628 | 582 | 9 | 550—635 | 593 | 5 | 574—641 | 617 | 6 | 574—629 | 608 |
| Lábatlani | 13 | 518—616 | 571 | 8 | 536—592 | 568 | 4 | 532—581 | 560 | 11 | 500—586 | 550 |
| Bereemendi | 5 | 560—702 | 646 | 6 | 600—673 | 628 | 5 | 561—696 | 631 | 2 | 628—651 | 640 |
| Bereemendi | 5 | 496—651 | 553 | 6 | 523—591 | 561 | 8 | — | — | 1 | — | 564 |
| Húzószilárdság | | | | | | | | | | | | |
| Bélapátfalvi | | | | | | | | | | | | |
| Tatai | 6 | 30,4—37,8 | 34,6 | 9 | 25,1—35,4 | 31,6 | 5 | 33,0—35,4 | 34,1 | 6 | 31,4—36,7 | 33,2 |
| Lábatlani | 13 | 33,6—36,7 | 35,0 | 8 | 34,1—39,1 | 36,4 | 4 | 31,4—34,5 | 33,0 | 11 | 30,2—38,2 | 34,2 |
| Bereemendi | 5 | 31,1—39,4 | 33,6 | 6 | 31,6—38,6 | 33,9 | 5 | 30,6—36,6 | 33,3 | 2 | 33,8—33,9 | 33,8 |
| Bereemendi | 3 | 29,3—34,9 | 31,5 | 6 | 32,2—36,0 | 33,8 | — | — | — | 1 | — | 32,2 |

Megjegyzés. Az 1928—1931. évben vizsgált cementek nagy szilárdságú (homogén) portlandcementek, míg az 1952. évben vizsgált cementek közül a bereemendi 500-as portland-, a többi 500-as heterogén cement.

7 napos szilárdságvizsgálati eredmények
Nyomószilárdság

3. táblázat

| C e m e n t g y á r | 1928 | | | 1930 | | | 1931 | | | 1952 | | |
|------------------------|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|-------|
| | Vizsg. száma | Min.-max. értékek | Átlag | Vizsg. száma | Min.-max. értékek | Átlag | Vizsg. száma | Min.-max. értékek | Átlag | Vizsg. száma | Min.-max. értékek | Átlag |
| Nyomószilárdság | | | | | | | | | | | | |
| Bélapátfalvi | | | | | | | | | | | | |
| Tatai | 6 | 382—497 | 439 | 9 | 439—490 | 474 | 5 | 447—529 | 489 | 6 | 376—530 | 467 |
| Lábatlani | 13 | 444—517 | 481 | 8 | 453—505 | 473 | 4 | 429—475 | 452 | 11 | 398—510 | 458 |
| Bereemendi | 5 | 434—573 | 501 | 6 | 465—560 | 508 | 5 | 414—565 | 510 | 2 | 507—520 | 514 |
| Bereemendi | 5 | 373—516 | 427 | 6 | 414—482 | 449 | — | — | — | 1 | — | 426 |
| Húzószilárdság | | | | | | | | | | | | |
| Bélapátfalvi | | | | | | | | | | | | |
| Tatai | 6 | 27,0—34,0 | 30,6 | 9 | 22,5—31,4 | 27,9 | 5 | 27,5—31,2 | 28,8 | 6 | 26,9—32,9 | 29,7 |
| Lábatlani | 13 | 30,5—34,9 | 32,7 | 8 | 28,5—35,4 | 32,3 | 4 | 30,2—32,9 | 31,5 | 11 | 28,4—34,4 | 31,2 |
| Bereemendi | 5 | 28,5—33,3 | 31,3 | 6 | 28,0—35,4 | 31,3 | 5 | 27,6—33,3 | 29,5 | 2 | 29,9—30,6 | 30,2 |
| Bereemendi | 5 | 26,4—31,7 | 28,9 | 6 | 27,6—32,8 | 30,8 | — | — | — | 1 | — | 30,7 |

Az 1. és 2. sz. táblázatokból látható, hogy az 1928—1931. évben vizsgált nagyszilárdságú portlandcementek (homogén portlandcementek) és az 1952. évben vizsgált „500”-as cementek földnedves habarcsból készített próbatestei 7 és 28 napos korban gyakorlatilag azonos szilárdságúak. Mindjárt meg kell állapítani azonban azt is, hogy — a cementvizsgálati eredményekkel ellentétben — az építéshelyi tapasztalatok szerint az 1952. évi „500”-as cementek nem viselkedtek ilyen kedvező módon. Ezekkel a cementekkel készített betonok szilárdsága ugyanolyan körülmények között 28 napos korban kisebb, mint a régebbi gyártású homogén portlandcementtel készült betonoké. Ez viszont arra mutat, hogy a földnedves habarccsal végzett cementvizsgálat eredményei a gyakorlat számára nem kielégítőek.

5. Az 1. sz. táblázat adataiból összeállítottuk a tatai „500”-as, bélapátfalvi „500”-as és lábatlani „S-54”-es cementek, továbbá az összes „500”-as cementek 28 napos nyomószilárdságának gyakorisági ábráit (4., 5., 6. és 7. ábra). Ezekből az ábrákból megállapítható, hogy — figyelembevéve a vizsgálatok csekély számát — a talált gyakoriságok normális eloszlásúnak tekinthetők, ami arra mutat, hogy a cementek gyártásából a rendszeresen előforduló hibát kiküszöbölték.

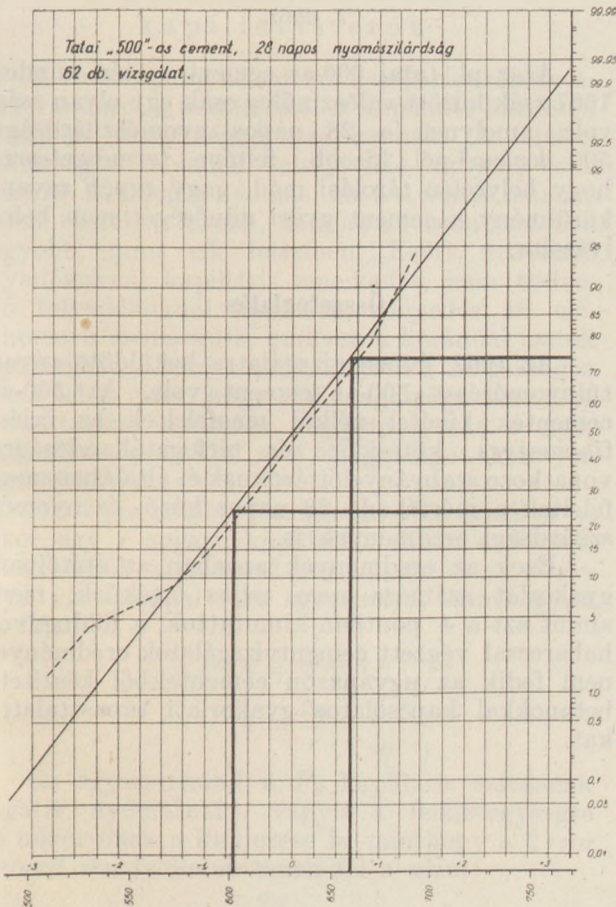
A gyakorisági ábrákból leolvashatók a valószínű eltérések értékei is. Az egyes gyárakban készített cement szilárdsága egyforma valószínűséggel esik e határokon belül, mint kívül (4. sz. táblázat.)

4. táblázat

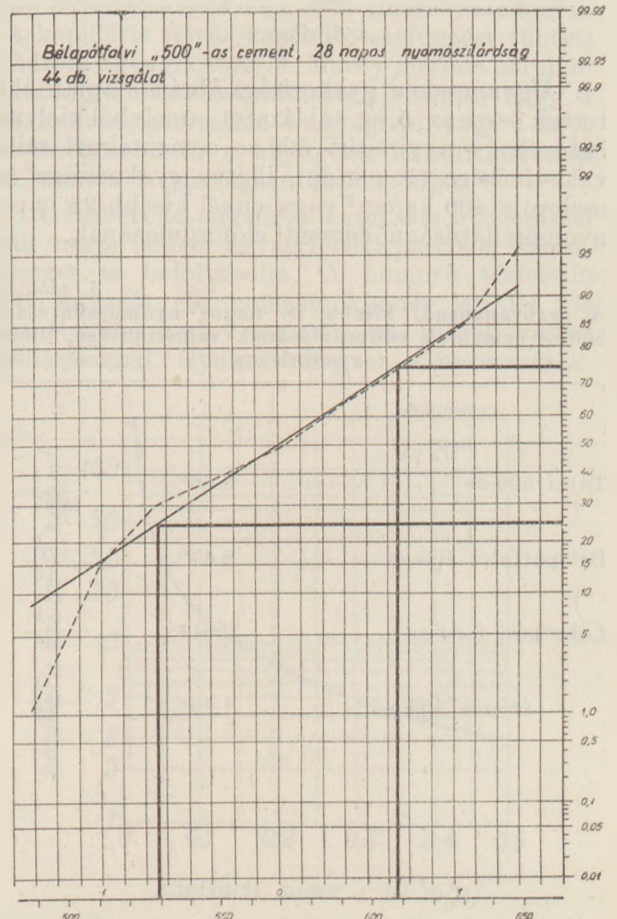
28 napos szabványos nyomószilárdságok valószínű eltérései

| Cementfajta | 28 napos nyomószil. átlaga kg/cm ² | Valószínű eltérés kg/cm ² | |
|---------------------------------|---|--------------------------------------|-------------|
| | | Alsó határ | Felső határ |
| Tatai „500”-as | 631 | 602 | 659 |
| Bélapátfalvi „500”-as | 570 | 529 | 608 |
| Lábatlani „S-54”-es | 595 | 560 | 630 |
| Összes „500”-as | 602 | 563 | 639 |

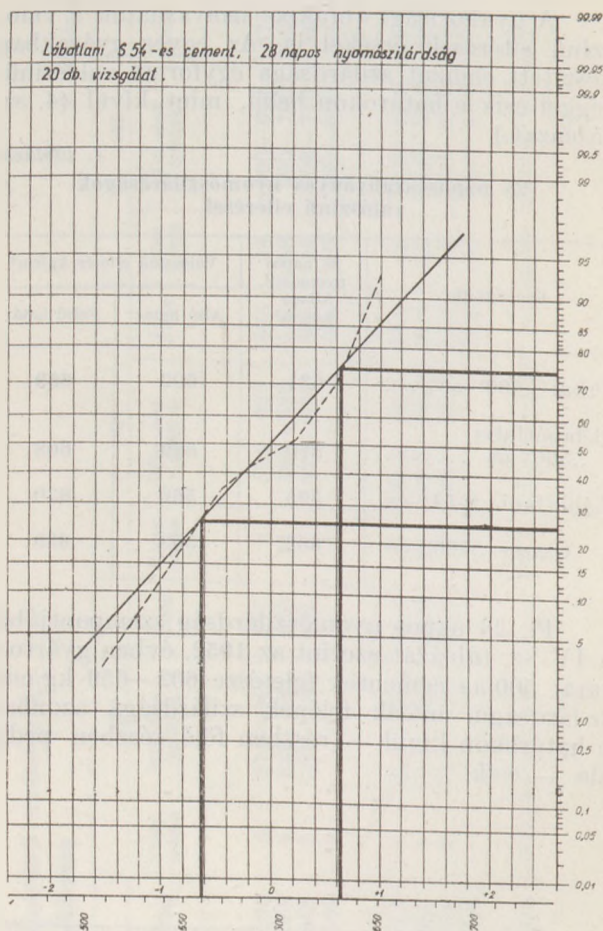
Pl. 28 napos nyomószilárdság szempontjából a IV. sz. táblázat szerint az 1952. évben gyártott tatai 500-as cementek felerésze 602—659 kg/cm² szilárdságú, másik felének szilárdsága azonban e határokon kívül — részben fölé, részben pedig alá — esik.



4. ábra.



5. ábra.



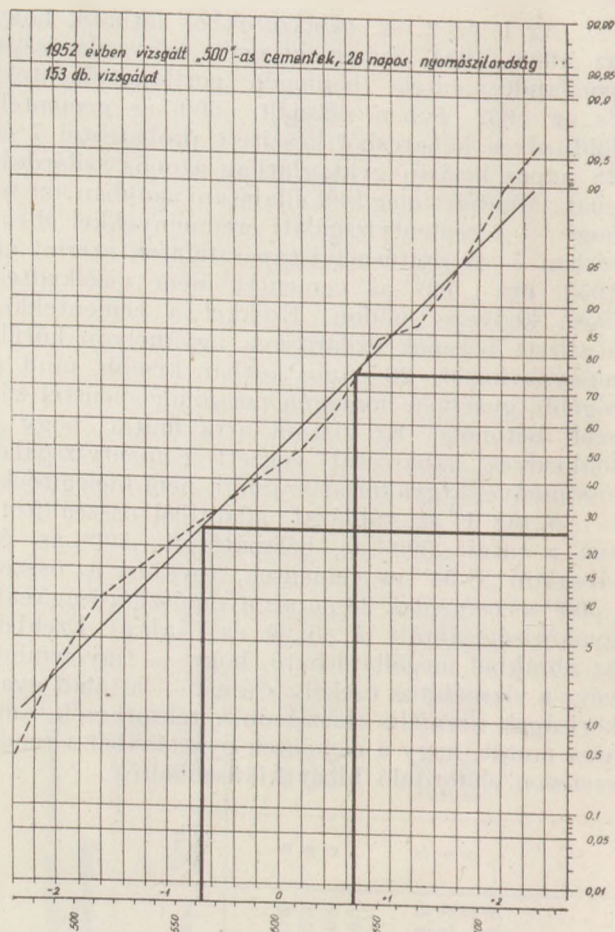
6. ábra.

Ugyancsak a gyakorisági ábrák alapján állítottuk össze az 5. sz. táblázatot, amelyből kiolvasható, hogy a vizsgált 500-as cementeknél mi a valószínűsége (1. oszlop), illetve gyakorisága (2. oszlop) a 400 kg/cm^2 vagy ennél kisebb 28 napos nyomószilárdságú cement előfordulásának.

5. táblázat

A szabványosnál kisebb 28 napos nyomószilárdságú 500-as cementek előfordulásának valószínűsége, illetve gyakorisága

| Cementfajta | 1. | 2. |
|---------------------------|-------|-----------|
| Tatai 500-as | 0,06% | 1 1667 |
| Bélapátfalvi 500-as | 8,43% | 1 12 |
| Lábatlani S-54-es | 3,01% | 1 33 |
| Összes 500-as | 2,20% | 1 45 |



7. ábra.

Azaz pl. tatai 500-as cement esetén minden 1667 zsák között valószínűleg csak egy olyan zsák volt, amelynek a 28 napos nyomószilárdsága 500 kg/cm^2 -nél kisebb, feltéve természetesen, hogy helytelen tárolási mód, vagy egyéb zavaró körülmény a cement gyári minőségét nem befolyásolta.

Összefoglalás

Az 1952. évben vizsgálatra beküldött anyag túlnyomórészt 500-as cement volt. Az 500-as cementek kivétel nélkül megfeleltek az őrlés finomságra, kötésidőre és térfogatállandóságra vonatkozó szabványelőírásoknak és általában megfeleltek a mértékadó 28 napos húzó- és nyomószilárdsági eredmények is.

Ezek az eredmények azonban az építőipari gyakorlat számára nem teljes értékűek, mert amint azt a 4. pontban kimutattuk, a földnedves habarccsal végzett cementvizsgálatok eredményei nem fedik az ugyanazon cementekből készített betonokkal kapcsolatos gyakorlati tapasztalatokat.

A szárításnál végbemenő fizikai folyamatok kerámiai anyagokban

DR. ALBERT JÁNOS

Kerámiai anyagok szárításánál lényegében három fizikai folyamat megy végbe.

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

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

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

E három fizikai folyamat törvényei és az ezzel kapcsolatos vizsgálati eredmények képezik a szárítástechnika tudományos alapját.

I. Kapilláris vízvándorlás

1. Felületi feszültség, kapilláris erők

A víz az agyag belsejéből kapilláris erők hatására vándorol a felszín felé. A kapilláris húzóerők a felületi feszültségből származnak. A felületi feszültség a folyadék belseje felé irányuló és a felszínre merőleges nyomás. Ez a nyomás homorú felszín esetében kisebb, domború felszín esetében nagyobb, mint sík felszínen. Ezért nedvesítő folyadékoknál kapilláris emelkedés, nem nedvesítő folyadékoknál kapilláris süllyedés áll elő. A homorú meniszkusz, amilyen a kerámiai testek kapillárisaiban levő vízé is, akkora h magasságba húzza fel a vizet, hogy a h magasságú vízoszlop hidrosztatikai nyomása kiegyensúlyozza a nyomáskülönbséget. Ezt a h magasságot könnyen kiszámíthatjuk.

Ha a víz felületi feszültsége σ és fajsúlya γ , akkor egy r sugarú kapilláris csőben a felületi feszültségből származó $2r\pi\sigma$ erő hat és az $r^2\pi h\gamma$ súlyú vízoszloppal tart egyensúlyt. Minthogy a víz fajsúlya $\gamma = 1$,

$$r^2\pi h = 2r\pi\sigma,$$

$$h = \frac{2\sigma}{r}.$$

Ez egyszersmind a P_k kapilláris szívásnak (negatív nyomásnak), vagyis a felületegységre eső húzóerőnek a kifejezése is, minthogy a $2r\pi\sigma$ húzóerő $r^2\pi$ felületen emeli fel a vizet.

$$P_k = \frac{2\sigma}{r} \text{ kg/cm}^2.$$

Tehát a kapilláris szívás egyenesen arányos a felületi feszültséggel és fordítva arányos a kapilláris cső sugarával.

Teljes nedvesítés esetén a meniszkusz sugara, ρ egyenlő a kapilláris cső sugarával, úgyhogy a kapilláris szívást

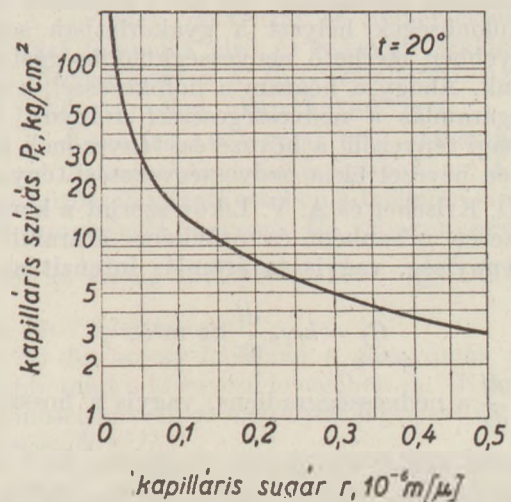
$$P_k = \frac{2\sigma}{\rho} \text{ kg/cm}^2$$

alakban is írhatjuk.

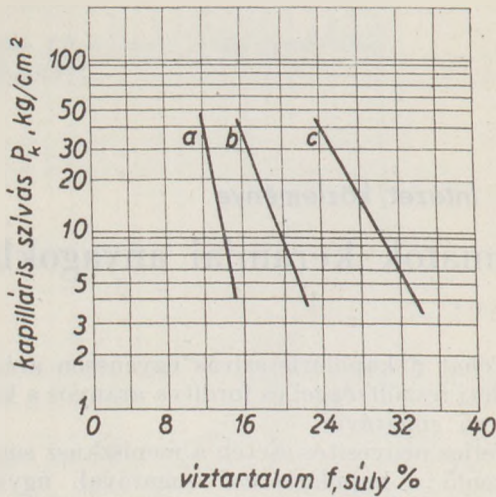
Az 1. ábra a kapilláris cső sugara és a kapilláris szívás közötti összefüggést tünteti fel. Látható, hogy a kapilláris cső sugarának csökkenésével a kapilláris szívás rohamosan emelkedik.

A kapillárisokban uralkodó nyomásokból a kapillárisok méreteire következtethetünk. Ehhez az szükséges, hogy az agyagnak bizonyos meghatározott víztartalomig való víztelenítéséhez szükséges külső erő nagyságát ismerjük. Ezt mérés útján határozhatjuk meg. A 2. ábra a víztartalom és a kapilláris szívás közötti összefüggést tünteti fel három agyagfajtára M. Macey mérései alapján. A két ábra összehasonlításából kitűnik, hogy a 14% nedvességtartalmú a agyagban, vagy a 29% nedvességtartalmú c agyagban akkora nyomás van, mint a $0,1 \mu$ sugarú kapillárisban.

A felületi feszültség a kapilláris húzóerőkön kívül még a nedves agyag feletti parciális vízgőznyomást is befolyásolja. A homorú vízfelszín felett ugyanis gőznyomáscsökkenés lép fel, de számottevőleg csak $r = 0,02 \mu$ -nál kisebb sugarú kapillárisoknál. Gyakorlatilag ez a nyomáscsök-



1. ábra. Összefüggés a kapilláris szívás és a kapilláris cső sugara között



2. ábra. Összefüggés a kapilláris szívás és az agyag víztartalma között

kenés durvakerámiai agyagok szárításánál elhanyagolható, minthogy a kapillárisok mérete fenti értéknél lényegesen nagyobb.

2. A kapilláris áramlás intenzitása

A szárítás folyamán a száradó test felületén meginduló párolgás következtében a test felülete lehűl. A kapilláris vízvándorlás a száradó test felülete és belseje között fellépő hőmérsékletkülönbség hatására indul meg. A hőmérsékletkülönbség ugyanis a kapillárisokban lévő víz felületi feszültségében különbségeket idéz elő, mert a felületi feszültség a hőmérséklet csökkenésével nő. Minthogy a kapilláris szívás a felületi feszültséggel arányos, annál nagyobb lesz a nedvességáramlás intenzitása, vagyis a kapillárisok keresztmetszetén áthaladó nedvesség mennyisége, minél nagyobb a felületi feszültségekülönbség a test felülete és belseje között.

A kapilláris erők okozta nedvességáramlásra a hőáramokra érvényes törvényszerűséggel analog összefüggést állíthatunk fel, ha a kapilláris nyomáskülönbségek helyett a gyakorlatban sokkal könnyebben mérhető nedvességekülönbséggel számolunk. Ahogy a hőáram a hőfokeséssel, a nedvességáramlás a nedvességeséssel arányos. Arányossági tényezőül a hővezetési tényezőnek megfelelően bevezetjük a nedvességvezetési tényezőt.

O. Krischer és A. V. Likov szerint a keresztmetszeten m^2 -enként és óránként átáramló G_f vízmennyiség, vagyis az áramlás intenzitása

$$G_f = k_f \gamma_0 \frac{df}{dx} \text{ kg/m}^2\text{ó,}$$

ahol $\frac{df}{dx}$ a nedvességgradiens, vagyis a hosszegységre eső nedvességváltozás $\%$ /m-ben, k_f a nedvességvezetési tényező $\text{kg/m}^2\text{ó}\%$ -ban, vagyis az a nedvességmennyiség, amely a felületegységen óránként áthalad, ha a nedvességesítés m-enként

1% , végül γ_0 az agyag térfogatsúlya teljesen száraz állapotban.

A nedvességvezetési tényező a felületi feszültségtől és viszkozitástól függ; értéke

$$k_f = k_{f_0} \frac{\gamma_0 \sigma}{\sigma_0 \eta} \text{ kg/m}^2\text{ó}\%,$$

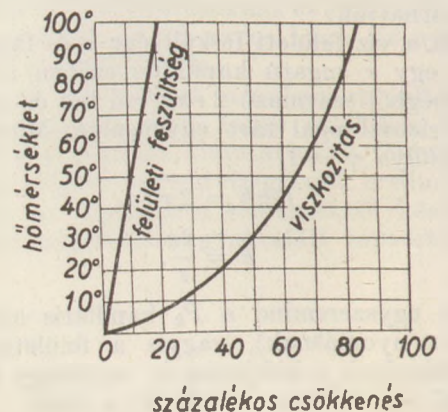
ahol k_{f_0} a nedvességvezetési tényező 0° -on, σ a víz (folyadék) felületi feszültsége, η a viszkozitása. A nedvességvezetési tényező, mint látszik, a víz viszkozitásával fordítva arányos. A viszkozitás a hőmérséklettel rohamosan csökken, ezért a nedvességvezetési tényező a hőmérséklet emelésével nagymértékben növelhető. A felületi feszültségnek és viszkozitásnak a hőmérséklet emelésével bekövetkező százalékos csökkenését a 3. ábra tünteti fel.

A nedvességvezetési tényező még a kapillárisok sugarától is függ; minél kisebb a hajszálcsövek sugara, k_f értéke annál kisebb. A folyadékoszlop mozgását fékező súrlódási ellenállás Poiseuille törvénye szerint a sugár negyedik hatványával arányos.

Fentiekből következik, hogy a víz viszkozitásának és felületi feszültségének csökkentésével, mit a száradó test hőmérsékletének emelésével érhetünk el, az anyag belsejéből a felület felé irányuló kapilláris vízáramlást és ezzel a szárítási sebességet nagymértékben növelhetjük. A kapilláris áramlás intenzitása 60° -on kétszer, 100° -on négyszer akkora, mint 20° -on. Ez azt jelenti, hogy ha 20° -os anyaghőmérséklet mellett a szárítás időtartama 50 óra, 60° -os hőmérsékletnél — egyébként azonos feltételek mellett — a szárítási idő 25 órára rövidül.

Gyors szárításnál minden esetben arra kell törekedni, hogy a szárítandó anyag a kapilláris vízáramlás meggyorsítása érdekében megkívánt magas hőmérsékletet úgy érje el, hogy közben a felületi párolgás ne induljon meg. Ezt kétféle módon érhetjük el.

A már három évtized óta elterjedt amerikai eljárásnál a szárítótér relatív nedvességét magasan tartjuk és ezzel gátoljuk, hogy a párolgás meginduljon addig, amíg a test a magas hőmérsékletű szárítótér hőmérsékletét fel nem veszi.



3. ábra. A víz felületi feszültségének és viszkozitásának csökkenése a hőmérséklettől függően

Az újabb szovjet eljárás szerint a testet már felhevített állapotban visszük a szárítótérbe. Ebből a célból az agyagot nem vízzel munkáljuk meg, hanem gőzzel tárjuk fel az M. G. Lundina által kidolgozott módszer szerint.

II. Vízgőzdiffúzió

1. Szárítási és szárítási sebesség-görbék

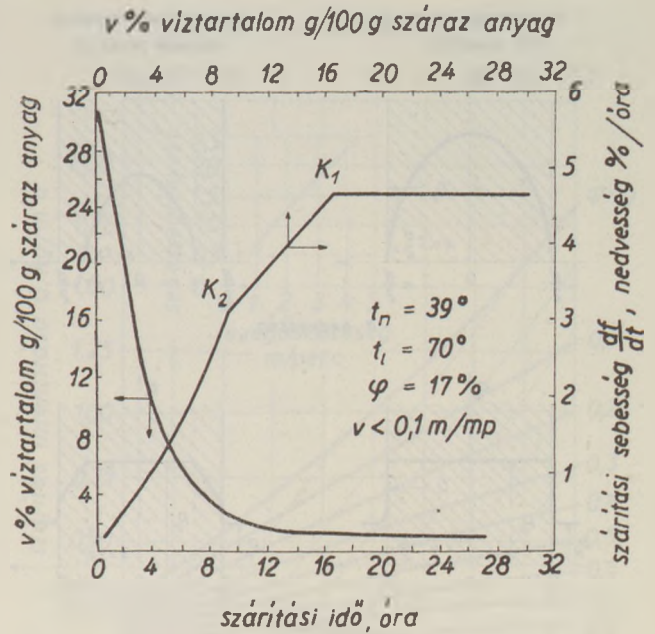
A száradó test és a szárító közeg vízgőztenzióinak különbsége folytán végbemenő vízgőzdiffúzió a párolgó felülethez tapadó határretegen át történik. A határretegben a szárító közeg nyugalomban levőnek tekinthető és vízgőzzel telítve van.

A szárítási folyamatnak két, gyakorlatilag egymástól jól elhatárolható szakasza van. A szárítás első szakaszában a párolgás a test felületén megy végbe és a szárítási sebesség állandó. A második szakaszban a párolgó vízfelszín áthelyeződik a száradó test belsejébe és a szárítási sebesség csökken, egészen a szárítási folyamat befejeződését jellemző egyensúlyállapotig.

Ha a szárítási sebességet a nedvességtartalom függvényeként ábrázoljuk, megállapíthatjuk, hogy a két szakaszt egy meghatározott nedvességtartalomhoz tartozó töréspont választja el egymástól. A töréspontnak megfelelő nedvességet kritikus nedvességnek nevezzük. Hogy a szárítási sebesség-görbét megszerkeszthessük, ahhoz szükséges az agyag szárítási görbéjének ismerete. A szárítási görbéből, mely a száradás folyamán az agyag nedvességtartalmának időbeli változását ábrázolja, a szárítási sebesség-görbe grafikus differenciálás útján nyerhető. A 4. ábra a mályi agyag szárítási és szárítási sebesség-görbéjét tünteti fel. A szárítási görbénél az abszcissza az időt órában, az ordináta az agyag nedvességtartalmát %-ban, a szárítási sebesség-görbénél az abszcissza az agyag nedvességtartalmát %-ban, az ordináta a szárítási sebességet nedvesség %-ó-ban adja meg.

Az állandó sebességű első szakaszban a száradó agyag felülete egyöntetűen nedves és a párolgás úgy megy végbe, mintha szabad vízfelszínről történne. Párolgás következtében a test felszíne lehül és a szárító levegő érezhető hőt ad át a párolgó felületnek. Ez a lehülés mindaddig tart, míg egy bizonyos hőmérsékleten egyensúlyi állapot áll be. Ekkor a párolgó felület és a szárító levegő hőmérsékletkülönbsége következtében a levegő által a száradó testnek átadott érezhető hőmennyiség a víz párolgása folytán a testből elvont hőmennyiséggel egyenlő. Ez az állandó hőmérséklet a nedves hőmérő hőmérséklete. A szárítási folyamat állandó sebességű szakasza a mályi agyagnál 16,3% nedvességtartalomnál ér véget.

A csökkenő sebességű szakaszban ismét két részt különböztethetünk meg és ezzel összefüggésben a görbén — bár kevésbé élesen — egy második töréspontot is megfigyelhetünk. A kritikus nedvességtartalom elérése után a második töréspontig az agyag felszíne helyenként már szárazza



4. ábra. A mályi agyag szárítási- és szárítási sebesség-görbéje. K_1 első töréspont, K_2 második töréspont. t_n = nedves hőmérő hőfoka, t_l = száraz hőmérő hőfoka, φ = relatív nedvesség, v = a szárító közeg áramlási sebessége.

válak, de azért még mindig a felszínről való párolgás a döntő és az agyag belsejében történő diffúzióknak számottevő befolyása nincs. A szárítási sebesség itt csak azért lesz kisebb, mert a párolgó nedves felszín a száraz foltok területével kisebbé vált. A görbének ez a része egyenesen csökkenő sebességet jelez. Esetünkben a második töréspont 9,2% nedvességtartalom mellett következik be.

A második töréspontnál az agyag felülete száraz, a felszín nedvességtartalma közelítőleg a kiszáradt test egyensúlyi nedvességével egyenlő, a párolgás most már csak az agyag belsejében folyik tovább és a mindjobban fokozódó diffúzióellenállás a szárítás sebességét rohamosan csökkenti. A szárítás befejezését jellemző egyensúlyi állapotnak megfelelő nedvességtartalom a mályi agyagnál 1,2%.

A nedvesség, gőztenzió és hőmérsékletnek a szárítási folyamat első és második szakaszában való megoszlását az 5. ábra szemlélteti. Az ábrából a következőket állapíthatjuk meg.

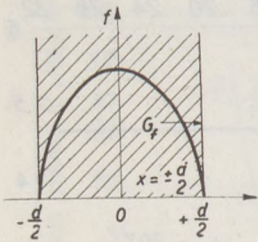
1. A szárítási folyamat első szakaszában

a) A nedvességeloszlás parabolikus. A kapilláris húzóerők következtében a felületen elpárolgó vízmennyiséggel egyenlő G_f vízmennyiség vándorol az anyag belsejéből az $x = \pm \frac{d}{2}$ távolságban lévő felszínre.

b) Az anyag felszínén a gőznyomás p_{sz} nagyobb, mint a környező levegőben p_{se} . E nyomon különbség következtében elpárolgott víz mennyisége $G = G_f$.

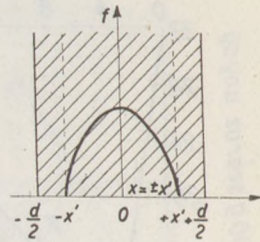
c) Az anyag felületének hőmérséklete t_n , mely megfelel a nedves hőmérő hőmérsékletének, kisebb, mint a környező levegő t_l hőmérséklete.

1. a szárítási folyamat első szakasza

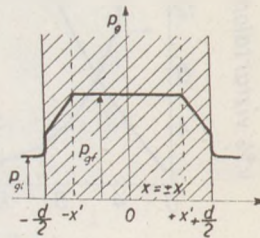
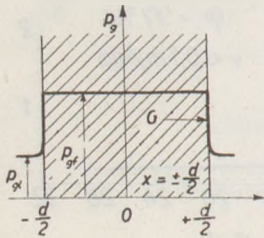


a. nedvesség

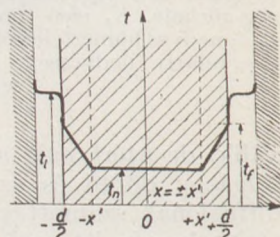
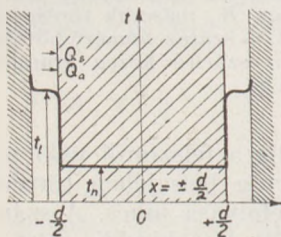
2. a szárítási folyamat második szakasza



b. vizgőtenzió



c. hőmérséklet



5. ábra. Nedvesség, gőztenzió és hőmérséklet megoszlása a szárítási folyamat két szakaszában

Az egyensúly feltétele szerint a környezetből érintkezés és sugárzás által felvett Q_a és Q_s hőmennyiség a víznek a felületen történő elpárolgatására fordítódik.

2. A szárítási folyamat második szakaszában

a) a nedvességeloszlás ugyancsak parabolikus, de a párolgó felület az anyag belsejébe helyeződött át a középtől $x = \pm x'$ távolságra ;

b) a párolgó felszín és a szárító levegő közötti gőztenziókülönbségnek egyre nagyobb része esik a kiszáradt réteg vastagságával növekvő diffúzióellenállás miatt a test belsejébe.

c) a test felületének t_f hőmérséklete nagyobb, mint a test belsejébe áthelyeződött párolgó felszín t_n hőmérséklete. A szárítóközezből felvett hőenergiának egyre nagyobb része fordítódik a diffúzióellenállás legyőzésére és kisebb az elpárolgatásra.

2. Töréspont és töréspont-görbe

A szárítási görbe állandó és csökkenő sebességű szakaszát elhatároló és kritikus nedvességtartalommal jellemzett töréspontjának a szárítás-technikában nagy jelentősége van. Minél kisebb nedvességtartalomnál jelentkezik a töréspont, annál könnyebben és gyorsabban szárítható az agyag, egyrészt azért, mert hosszabb a szárítási folyamat állandó sebességű szakasza, másrészt,

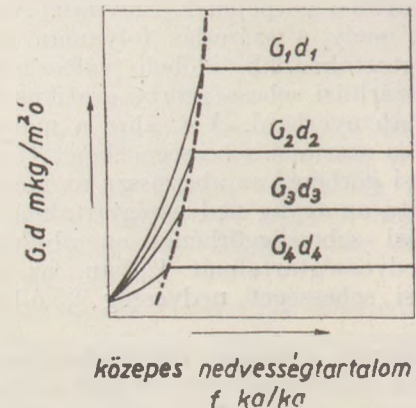
mert kisebb kritikus nedvesség mellett kevésbé forog fenn a repedés és eltorzulás veszélye.

Hogy mekkora nedvességtartalom mellett kezd csökkenni a szárítási sebesség, vagyis, hogy hova esik a töréspont, az a száradó test szárítási viszonyainak jellemzőitől és anyagtulajdonságaitól függ. A szárítási viszonyokat a szárítási hőmérséklet, a szárító levegő relatív nedvessége és áramlási sebessége jellemzi.

A. V. Likov kísérletei szerint a kritikus nedvességtartalom annál kisebb, azaz annál hosszabb a sebesség-görbe állandó sebességű szakasza, minél alacsonyabb hőmérsékleten, minél nagyobb relatív nedvesség és minél kisebb áramlási sebesség mellett szárítunk.

O. Krischer meghatározott kezdeti nedvességű, de különböző vastagságú testeket szárított azonos hőmérsékleten. Vizsgálatai alapján megállapította, hogy a szárítási intenzitás és a test vastagságának szorzatát az anyag közepes nedvességtartalmának függvényeként ábrázoljuk, a töréspontok egy görbe vonalba esnek. Ezt a görbét töréspont-görbének nevezzük. A 6. ábra egy ilyen töréspont-görbét ábrázol.

Különböző anyagok töréspont-görbéi különbözök, de az egyes anyagokra jellemzők. A töréspont-görbe főképpen és majdnem kizárólag az anyag kapilláris tulajdonságaitól függ. Ha az anyagot más hőmérsékleten vizsgáljuk, akkor a töréspont-görbe ordinátái csupán a felületi feszültségnek a viszkozitáshoz való viszonya szerint módosulnak.



6. ábra. Töréspont-görbe.

3. A szárítás intenzitása

Vizsgálataink állandó sebességű és hőmérsékletű légárammal történő szárításra vonatkoznak. A szárítás intenzitását, vagyis az időegységben elpárolgó víz mennyiségét G -t a párolgó felület és a szárító-közeg víztenzióinak különbsége és a száradó test hőmérséklete szabják meg, de értékét a szárítási folyamat két szakaszában különböző tényezők befolyásolják.

a) A szárítás állandó sebességű szakaszában az időegységben elpárolgó víz mennyisége

$$G = \frac{\beta}{R_g T} (p_{gf} - p_{gl}) \text{ kg/m}^2 \text{ ó,}$$

ahol p_{gf} a párolgó felület, p_{gl} a szárító-közeg víz-gőztenziója kg/m^2 -ben, R_g a vízgőz gázállandója

m kg/kg abs°-ban, T a száradó test hőmérséklete abs°-ban és β a párolgási vagy vízgőzátadási tényező m/ó-ban. Utóbbi a hőátadási tényezőhöz hasonlóan a levegő áramlási sebességével nő. Ha a szárító levegőnek a száradó test felületére vonatkoztatott hőátadási tényezőjét, α -t ismerjük, a vízgőzátadási tényező β kiszámítható. Lewis törvénye szerint :

$$\frac{\alpha}{\beta} = \gamma_0 c_p,$$

amiből

$$\beta = \frac{\alpha}{\gamma_1 c_p}$$

ahol γ_1 a levegő fajsúlya és c_p a fajhője állandó nyomáson.

Shepherd kísérleti adatok felhasználásával diagrammot szerkesztett, melynek segítségével a szárítás állandó sebességű szakaszában a szárítási intenzitás 10—20%-nyi pontossággal meghatározható, ha a szárító levegő száraz- és nedves-hőmérő hőmérsékletét ismerjük (7. ábra). A diagrammból adódó intenzitás értékét még meg kell szorozni a levegő áramlási sebességének megfelelő tényezővel, melyet az ábra balsarkában lévő görbéből olvashatunk le. Ez utóbbi görbe megszerkesztésének az az alapja, hogy a vízgőzátadási tényező a levegő áramlási sebességének megközelítőleg 0,8 hatványával arányos.

b) A szárítás csökkenő sebességű szakaszában a kiszáradt réteg vastagsága fokozatosan növekszik. A mindjobban az anyag belsejébe áthelyeződő párolgó felületről eltávozó vízgőznek egyre nagyobb utat kell megtenni, egyre nagyobb ellenállást kell legyőzni, hogy a száradó test felületéhez érjen és a szárító-közegbe távozzék.

A száraz rétegnek a vízgőzdiffúzióval szemben kifejtett ellenállását a diffúzió-ellenállással fejezhetjük ki. A diffúzió-ellenállás az a szám, amely megadja, hogy a vízgőzdiffúzióval szemben fellépő ellenállás az illető anyagban hányszor nagyobb, mint nyugvó levegőben.

Ebben a szakaszban tehát az időegységben elpárolgó vízgőzmennyiség fokozatosan csökken, az állandó sebességű szakaszra jellemző értékről egy, az anyagra jellemző egyensúlyértéktől, mely Stefan törvénye szerint :

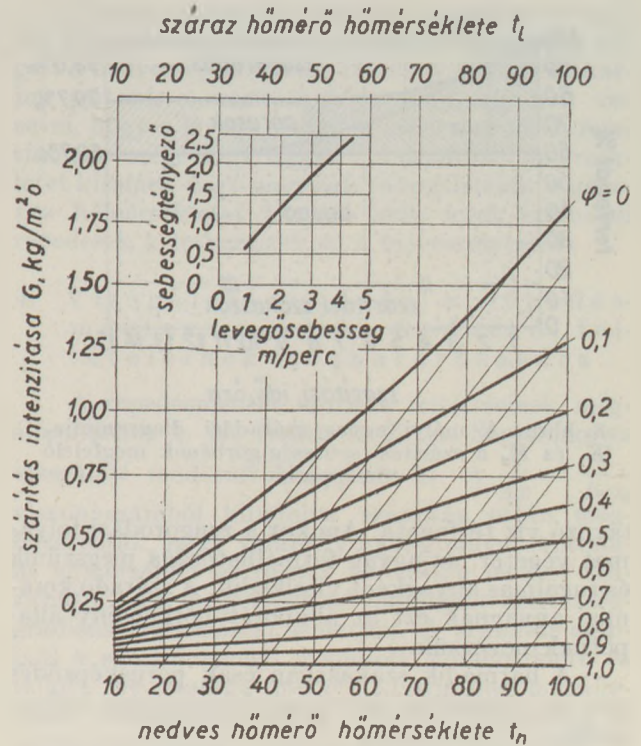
$$G = \frac{D}{\mu d} \frac{1}{R_0 T} (p_{s1} - p_{s0}) \text{ kg/m}^2\text{ó}$$

egyenlettel fejezhető ki, ahol D a vízgőzdiffúzió tényezője a levegőben m²/ó-ban, μ a diffúzió-ellenállás és d a száradó test vastagsága m-ben. D értéke, vagyis az a vízgőzmennyiség, amely a felületegységen egységnyi nyomáskülönbség mellett átdiffundál

$$D = 0,083 \frac{10\,000}{p} \left(\frac{T}{273}\right)^{1,81}$$

kifejezésből számítható, ahol p a barometrikus nyomás kg/m²-ben és T_1 a szárító levegő hőmérséklete abs°-ban.

A diffúzió-ellenállás értékszám a nagymértékben függ az anyag pórustérfogatától. Minél nagyobb az anyag porozitása, annál kisebb a diffú-



7. ábra. A szárítási intenzitás meghatározása a száraz- és nedveshőmérő hőmérsékletének alapján.

zió-ellenállás. Durvapórusú anyagoknál μ nagyságrendje megegyezik a porozitás reciprok értékével. O. Krischer mérési adatai szerint 0,286 porozitású agyagra a μ értékszám a 9,3.

III. Zsugorodás és porozitás

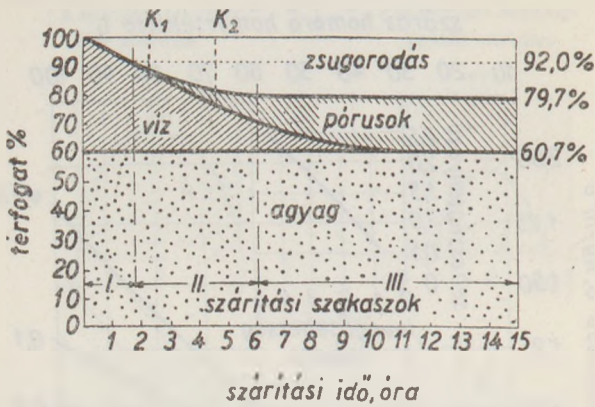
1. Térfogat- és térfogatsúly-változások és pórusképződés a szárítás folyamán

A víz a kerámiai testekben háromféle formában, kapilláris-, adhéziós-víz és az agyagásványok kristályrácsába hatolt víz alakjában van kötve. Formáláskor a víz hatására az agyag megduzzad, fajlagos térfogata megnő. A térfogatnövekedés nagysága a megmunkálási víz mennyiségétől függ, ezt pedig az agyag ásványi felépítése, ill. az agyagásványok minősége és mennyisége szabják meg.

A szárítási folyamat alatt a megmunkálási víz párolgás útján történő távozása következtében az agyagrészecskék közelebb kerülnek egymáshoz, a kiformált test zsugorodik. A távozó víz helyét azonban részben levegő foglalja el és ezért a kiszáritott test pórusos szerkezetűvé válik.

A zsugorodás és pórusképződés három szakaszban megy végbe. Az első szakaszban a test tömör marad, pórusképződés még nincs, az agyag csak zsugorodik. A száradó test térfogata a távozó víz térfogatával csökken.

A második szakaszban a zsugorodás folytatódik, eléri maximumát és ezzel a zsugorodási folyamat véget ér. Egyidejűleg azonban a pórusképződés is megindul, a távozó víz egy részének helyébe levegő nyomul. Ezért a száradó test térfogatcsökkenése ebben a szakaszban már kisebb, mint a



8. ábra. A mályi agyag száradási diagrammja. K_1 és K_2 a szárítási sebesség-görbének megfelelő töréspontok

távozó víz térfogata. Amikor a zsugorodási folyamat véget ér, az agyag formálhatósága megszűnik és rugalmas anyagként viselkedik. A száradó kerámiai anyagnak ezt az állapotát bőrkemény állapotnak nevezzük.

A harmadik szakaszban csak pórusképződés van és a szárítási folyamat fokozatosan befejeződik.

A víz távozása közben a száradó test térfogatsúlya is változik. Eleinte a térfogatsúly nő, a pórusképződés megindulása előtt elér egy maximumot, majd fokozatosan csökken abban a mértékben, ahogy a víz helyére kerülő levegő a test belsejébe nyomul.

A zsugorodás és pórusképződés időbeli lefolyása igen jól szemléltethető az E. Bourry-féle száradási diagrammal. A mályi agyaggal végzett kísérleti adatok alapján megszerkesztett diagramm a 8. ábrán látható, a szárítási sebesség-görbe töréspontjainak feltüntetésével.

2. Száradási repedések. Nedvesség-gradiens

Az agyag zsugorodása legnagyobb mértékben a szárítási folyamat állandó sebességű szakaszában folyik le és a szárítási görbe második töréspontjának megfelelő nedvességtartalomnál ér véget.

A zsugorodási folyamat alatt a kerámiai testek repedésre és torzulásra hajlamosak. A száradás zavartalanul csak akkor megy végbe, ha az időegységben a száradó test belsejéből a felületére vezetett G_f nedvességmennyiség egyenlő a felületről a környezetbe diffundált G gőz mennyiségével, vagyis a kapilláris áramlás intenzitása egyenlő a szárítás intenzitásával, $G_f = G$, tehát

$$k_f \gamma_0 \frac{df}{dx} = \frac{\beta}{R_0 T} (p_{0f} - p_{0l}) \text{ kg/m}^2 \text{ óra}$$

Ha a kapilláris hálózatban a felület felé vándorló víz nem tudja pótolni a felületen elpárolgó víz mennyiségét, a repedés és eltorulás veszélye feltétlenül fellép. Ekkor a száradó testben kívülről befelé túlnaggyá válik a nedvességésés. A szomszédos rétegekben akkora nedvességkülönbségek és ennél fogva olyan nagy zsugorodásbeli különbségek lesznek, hogy az anyag szilárdságát meg-

haladó feszültségkülönbségek lépnek fel. A rétegek egymáshoz viszonyított hosszváltozása nemcsak σ húzófeszültséget vált ki, hanem τ nyírófeszültséget is. A rugalmas alakváltozások elmélete alapján megállapítható, hogy az egyenlőtlen zsugorodásnál fellépő veszélyes feszültség nem a húzó-, hanem a nyíróerő hatásából származik. Hogy ilyen veszélyes feszültségek ne léphessenek fel, nem szabad a nedvességésésnek vagy nedvesség-gradiensnek bizonyos értéket meghaladni.

A maximálisan megengedhető nedvesség-gradiensre A. V. Likov az alábbi egyenletet állította fel:

$$\frac{df}{dx} = \frac{(1 + \alpha f_0) \tau}{c \alpha E}$$

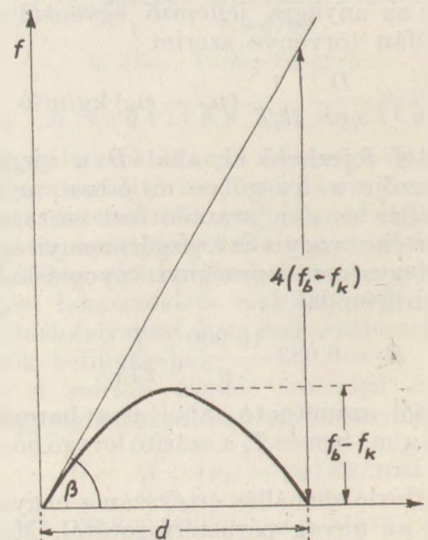
ahol $\frac{df}{dx}$ a hosszegységre eső nedvességváltozás

%-ban, α a lineáris zsugorodási tényező nedvesség%-onként, f_0 a test kezdeti nedvességtartalma súly%-ban, τ az anyag nyírófeszültsége kg/cm^2 -ben, E a csúszási modulusza kg/cm^2 -ben és c a test méreteinek viszonyától függő állandó, pl. téglánál $c = \frac{b}{1,27}$, ahol $b = 25$, vagyis a téglaleghosszabb mérete.

Ha tehát meg tudjuk állapítani az agyag α , f_0 , τ és E értékeit, a megengedhető nedvesség-gradiens kiszámítható.

A megengedhető nedvesség-gradienst a nedvességtartalomnak a száradó testben észlelhető megoszlása alapján is meghatározhatjuk. Ebből a célból a repedés megjelenésének időpontjában a próbatestet a szárítótérből kivesszük és egyenlő vastagságú különálló szeletekre vágjuk szét. Minden egyes szeletben megállapítjuk a nedvességtartalmat és ennek alapján megszerkesztjük a nedvesség megoszlását jellemző parabolát. Az így nyert parabolának a felületi nedvességhez tartozó pontjához szerkesztett irántangens adja meg a megengedhető nedvesség-gradienst. A 9. ábrából látható, hogy

$$\frac{df}{dx} = \text{tg } \beta = \frac{4(f_s - f_k)}{d}$$



9. ábra. A nedvesség-gradiens grafikus meghatározása

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

3. A nedvesség-gradiens értékét befolyásoló tényezők

A kapilláris áramlás intenzitása és a szárítási intenzitás egyensúlyi egyenletéből következik, hogy a nedvesség-gradiens értéke

$$\frac{df}{dx} = \frac{G}{k_f \gamma_0}$$

Eszerint a nedvesség-gradienst egy megadott térfogatsúlyú anyagra a szárítási intenzitásnak a nedvességvezetési tényezőhöz való viszonya jellemzi. A megengedhető maximális nedvesség-gradiensnek tehát egy meghatározott $\frac{G}{k_f \gamma_0}$ viszonzyszám felel meg.

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

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

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

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

A hőmérséklet emelésével állandó relatív nedvesség és áramlási sebesség mellett a szárítás intenzitása és a nedvességvezetési tényező is nő. De míg a szárítási intenzitás a hőmérséklettel lineárisan, a nedvességvezetési tényező hatványozott mértékben változik. A gradienst jellemző

$\frac{G}{k_f \gamma_0}$ viszonzyszám a hőmérséklet emelésével

eleinte nő, majd elér egy bizonyos maximumot, azután csökken. Ezért alacsony és magas hőmérsékleten egyaránt elérhetünk kis nedvesség-gradiens értékeket. Lényeges azonban, hogy a magas hőmérsékletre történő felmelegítés közben a szárítás intenzitását ne növeljük erősen.

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

4. Vizsgálati eljárás a repedésmentes szárítás kedvező feltételeinek meghatározására

A repedésmentes szárítás feltételeinek megállapítására I. M. Keller és Z. A. Szmoljakowa vizsgálati módszert dolgozott ki. A $\frac{df}{dx} = \frac{G}{k_f \gamma_0}$ viszonzyszámból kiindulva számítás útján meghatározták, hogy valamely agyag milyen optimális hőmérséklet és relatív nedvesség mellett szárítható, ha a megengedhető maximális nedvesség-gradiens érték számát ismerjük. A számítás alapján a szárító levegő megadott hőmérséklete és relatív nedvessége mellett kísérletileg megállapított nedvesség-gradiens, szárítási intenzitás és nedvességvezetési tényező értékei szolgálnak. A levegő áramlási sebességét a kísérlet alatt állandó értéken tartjuk.

A maximálisan megengedhető nedvesség-gradiens $\frac{df}{dx}$ meghatározása a már ismertetett módon történik.

A szárítási intenzitás a kiszáritott test súlyának (m kg) és felületének (F m²) figyelembevételével a szárítási sebességből $\frac{df}{dt}$ számítható ki a

$$G = \frac{m}{100 F} \frac{df}{dt} \text{ kg/m}^2\text{o}$$

egyenlet alapján.

A nedvességvezetési tényezőt a nedvesség-gradiens és a szárítási intenzitás értékeinek felhasználásával határozhatjuk meg. A nedvesség-gradiens

$$\frac{df}{dx} = \frac{G}{k_f \gamma_0}$$

kifejezését a nedvességvezetési tényezőre rendezve

$$k_f = \frac{G}{\gamma_0} \frac{dx}{df} \text{ kg/m}^2\text{o} \%$$

és ebbe G értékét helyettesítve

$$k_f = \frac{m}{100 F \gamma_0} \frac{df}{dt} \frac{dx}{df} \text{ kg/m}^2\text{o} \%$$

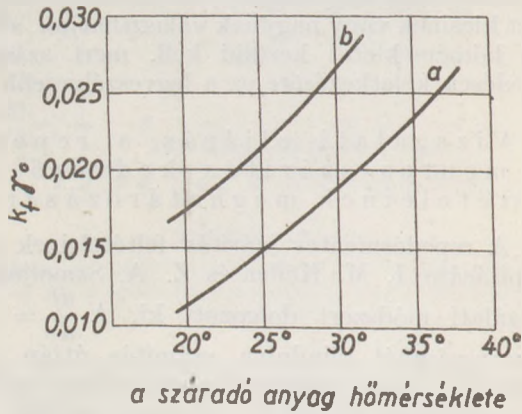
A nedvességvezetési tényező, mint az előzőkből tudjuk, nagymértékben függ a száradó test hőmérsékletétől. A száradó test hőmérsékletét megközelítőleg egyenlőnek vehetjük a nedves hőmérő t_n hőmérsékletével. I. M. Miniovics szerint

$$k_f \gamma_0 = A \left(\frac{t_n + 273}{290} \right)^{14} \cdot 10^{-4},$$

ahol A a száradó test anyagtulajdonságaitól függő korrekciós tényező. A $k_f \gamma_0$ értékeit a száradó test

hőmérsékletének függvényeként két agyagra a 10. ábra szemlélteti.

A különböző agyagokra jellemző görbék egyenletei csak az A tényező számértékében különböznek egymástól.



10. ábra. Agyagok $k_f \gamma_0$ értékei a hőmérséklet függvényeként. a csaszovjárszki agyag; b csermucsinszki agyag.

Mint hogy a test t_n hőmérséklete a szárító levegő hőmérsékletétől függ, másrészt a nedvesség-gradiens értéke a nedvességvezetési tényező függvénye, a nedvességvezetési tényező pedig a test hőmérsékletétől függ, a nedvesség-gradiensnek a nedvességvezetési tényezőtől való függése megadja az utat a levegő keresett t_n hőmérsékletének megállapításához.

A szárító levegő relatív nedvessége és a nedvesség-gradiens közötti összefüggés megállapítására a szerzők a szárítási intenzitás alábbi egyenletét használják fel.

$$G = B \frac{31,0 + 13,5 \nu}{1000} (p_{\text{gl}} - \varphi p_{\text{gl}}) \text{ kg/m}^2 \text{ ó,}$$

ahol ν a levegő áramlási sebessége m/mp-ben, φ a relatív nedvessége $\varphi p_{\text{gl}} = p_{\text{gl}}$ a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása, p_{gl} és p_{gl} a vízgőz parciális nyomása a nedves és száraz hőmérő hőmérsékletén Hgmm-ben, β a párolgó felület nagyságától függő korrekciós tényező.

Az A és B korrekciós tényezők számértékeit a kiindulási kísérleti adatoknak a fenti két képletbe történő behelyettesítése útján határozzuk meg.

A feladat fenti összefüggések alapján egy olyan diagramm megszerkesztése, melyből a vizsgált agyag optimális szárítási viszonyai megállapíthatók. A diagramm a megengedhető maximális nedvesség-gradienst tünteti fel a szárító levegő hőmérséklete függvényeként különböző relatív nedvesség mellett. A diagrammban az ordináták a nedvesség-gradiens $\frac{d_f}{dx} = \frac{G}{k_f \gamma_0}$, az abszciszszák a szárító levegő hőmérsékletének t_n értékei.

Hogy a $\frac{G}{k_f \gamma_0}$ hányadost megállapítsuk, t_n hőmérsékletet változtatva állandó relatív nedvesség mellett minden egyes φ értékhez kiszámítjuk a legutóbb megadott két képlet alapján a G és $k_f \gamma_0$ értékeit. A G egyenletében szereplő t_n -hez

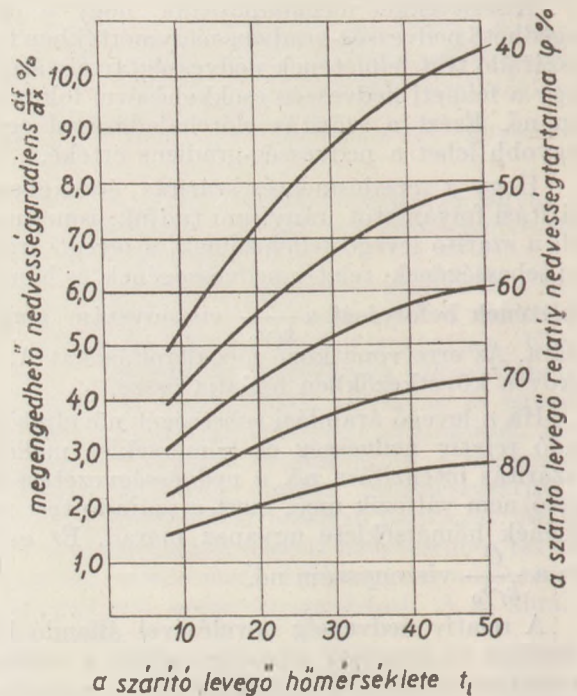
tartozó p_{gl} -et gőznyomástáblázatból vettük. Az állandónak felvett φ érték mellett t_n -hez tartozó t_n értékeket pszichrométer-táblázatból vesszük.

Ily módon nyerjük a diagramm egyik φ görbét. A többi φ görbe hasonló módon szerkeszthető meg.

A csermucsinszki agyagra vonatkozó diagrammot Keller és Szmoljakowa szerkesztésében a 11. ábra tünteti fel.

Az ábrából leolvasható, hogy ha a megengedett nedvesség-gradiens 6%/cm, a szárítás optimális hőfoka 40% relatív nedvesség mellett 14°, 50% relatív nedvességnél 25°, 60% mellett 50°.

Hogy a diagramm megszerkesztéséhez használt két egyenlet mennyiben alkalmas a valóságos viszonyok jellemzésére, vagyis, hogy alkalmazásuk valóban indokolt, még kísérleti igazolásra szorul.



11. ábra. A nedvesség-gradiens, szárítási hőmérséklet és relatív nedvesség összefüggésének diagrammja.

5. A nedvesség-gradiens és az agyag összetétele közötti összefüggés

Gyakorlati megállapítások szerint kerámiai testek annál könnyebben száríthatók repedések és torzulások nélkül és annál nagyobb lehet a megengedhető maximális nedvesség-gradiens értékszám, minél kisebb az agyag száradási zsugorodása és a megmunkálásnál felhasznált víz mennyisége és minél nagyobb a kiszáritott test pórus-térfogata. Ezek az anyagtulajdonságokat jellemző értékszámok elsősorban az agyag kémiai összetételétől, ásványi felépítésétől, az alkatrészek méreteitől, továbbá az anyagásványok minőségétől és mennyiségétől függenek. Általában minél képlékenyebb az agyag, annál nagyobb a száradási zsugorodása. Ezért mindazokkal az eljá-

rásokkal, melyekkel az agyag képlékenységet befolyásolni lehet, a zsugorodás nagysága és ezzel egyidejűleg a megengedhető nedvesség-gradiens értékszám is változtatható. Eddig kevés ilyen irányú vizsgálatot végeztek, ezért az erre vonatkozó kísérleti adatok még hiányosak.

SZAKIRODALOM

1. A. V. Likov : A szárítás elmélete, 1952.
2. H. Salmang : Die physikalischen und chemischen Grundlagen der Keramik, 1951.
3. W. L. Badger — W. Mc. Cabe : Elemente d. Chemie- Ingenieur-Technik, 1932.

4. W. Steger : Warmewirtschaft i. d. keramischen Industrie, 1927.
5. P. Görling : Trocknung fester Stoffe. Ullmans Enciklopedie I., 1951.
6. M. Hirsch : Die Trockentechnik, 1932.
7. O. Krischer : Trocknung fester Stoffe als Problem der kapillaren Feuchtigkeitsbewegung und Dampfdiffusion. Z. VDI. Beih. Verfahrenstechnik, 1938.
8. O. Krischer : Die wissenschaftliche Grundlagen der Trocknungstechnik. Ziegelindustrie, 1952., 15. 560—565. lap.
9. M. G. Lundina : Heissaufbereitung der Tone. Silikattechnik, 1952, 4., 5., 6. szám.
10. I. M. Keller, Z. A. Szmoljakowa : A téglaszárítás optimális paramétereinek megválasztása. Styklo i keramika. 1951, 1., 14—18. lap.

Kérdés—felelet

Kérdések:

32. Hogyan lehet az anhidritet alkalmassá tenni a cement kötési idejének szabályozására?

33. Fehér mettlachi lap gyártásánál mivel pótolható a külföldi poltári agyag?

Felelet:

29. Kérdés: Milyen módszerekkel vizsgálható meg a cement nyersliszt képlékenysége?

Felelet:

A forgókemencékbe beadagolt nyerskeverék akár száraz, akár folyékony állapotban kerül felhasználásra, a kemence forgómozgása és a kemencében bekövetkező kiszáradás következtében többé kevésbé gömbölyű alakot nyer. Ez a granuláció, mely nagymértékben függvénye a nyerskeverék plaszticitásának, igen fontos szerepet játszik az égetés folyamán, mert megakadályozza a pornak képződését.

A nyerskeverékek 11—14% víz hozzáadásával általában könnyen granulálhatók, 5—15 mm Ø-jű golyócskák. A keletkezett granálléknak a nyersliszt jellege, illetőleg plaszticitása szerint kiszáritás után különböző szilárdságuk van.

Már régebben próbálkoztak azzal, hogy a nyerslisztből keletkezett granáliák szilárdságát az eddigi minőségi vizsgálat helyett számszerű értékkel is kifejezzék. Eddigi módszer szerint kézzel készíttetek granállákat, ezeket kiszáritották, majd szétzúrták, vagy pedig különböző magasságokból földre ejtették.

A gömbölyű próbatestek szilárdságát meghatározni igen nehéz. Hogy jól kiértékelhető eredményeket nyerhessünk, Guy leírása alapján 5 cm Ø-jű és 4 cm magas hengeralakú testcskéket ajánlatos készíteni és ezekbe a megfelelően megnedvesített nyerslisztet Tetmayer-készülékkel tömöríteni.

A vizsgálat kivételéhez 4 próbatest számára 700 gramm száraz nyerslisztet előre meghatározott mennyiségű vízzel alaposan elkeverünk és a jól beolajozott hengeralakú formákban olyan mennyiségű anyagot helyezünk, hogy a forma a tömörítés befejezte után az anyaggal éppen tele legyen, de annak felszínénél ne álljon magasabban, mert ebben az esetben a próbatest a formából való kivételkor károsodást szenved. A szükséges vízmennyiséget előzetes vizsgálattal állapítjuk meg.

A tömörítést a Tetmayer-gép 2 kg-os kalapácsának 50 cm-ről történő ütésével végezzük.

A próbatestnek a formából való kivételét igen óvatosan kell végezni, hogy ez ne szenvedjen károsodást. Ha a próbatest formából történt kivétele után nem felel meg a követelményeknek, azt el kell dobni, mert anyagát további hengerek készítéséhez felhasználni nem szabad.

Az ilyen módon elkészített próbatesteket először egy napig szabad levegőn hagyjuk állni, majd 3 órára 150°-os szárítószekrénybe helyezük. A szilárdság meghatározását a teljesen lehűlt próbatesteken végezzük el. A próbatestek felületének teljesen símának kell lenni, ellenkező esetben csi-szolópapírral utána kell símtani.

A maximális szilárdság meghatározására rendszeren négy keveréket szokás használni, 8—10—12 és 14% százalék vízzel. Mindegyik keverékből 4—6 próbatestet kell készíteni és ezek átlagszilárdságát meghatározni.

A tömörített nyerslisztből történő szilárdságvizsgálat és az ezáltal meghatározott granulációképeség, illetve plaszticitás igen nagy segítséget nyújt a mészko és anyaglelőhelyek vizsgálatánál.

Ezen módszer segítségével megmagyarázhatjuk az egyes kemencékben fellépő abnormális porképződést is és segítséget kaphatunk annak megszüntetésére.

Helyesbítés

Beke Béla: „A cementipar műszaki fejlesztési feladatainak egy- és többkészülékes megoldásai” c., a f. évi 8—9. számban megjelent közleményében a 299. II. oszlop, alulról 12. sor szövege helyesen:

„A füstgázok alacsony szintű hőtartalma
(3,5.0,36 — 1,05.0,53) (1600 — 300) = 920 kal/kg klin-
ker

A nyersanyag felhevítéséhez
1,6.0,2.800 = 256 kal.” stb.

A 302—303. oldali 9. ábrán
8 jelzés helyett 4 jelzés,
4 jelzés helyett 9 jelzés,
9 jelzés helyett 8 jelzés
alkalmazandó.

Pneumatikus szállítás a cementiparban

KISS KÁROLY

BEVEZETÉS

Ha egy cementgyár üzemén belüli anyagmozgatását vizsgáljuk, azt látjuk, hogy a cementgyártás jellegétől függően 30—70% poralakú anyagot kell szállítanunk. A poralakú anyagok szállítási lehetőségét az 1. táblázat mutatja. Ez feltűnő a régi mechanikai szállítóberendezések mellett az újabb pneumatikus szállítási rendszerek tájékoztató adatait is.

1. táblázat

Poralakú anyagok szállítóberendezései:

| A szállítóeszköz megnevezése | Max. szállítási hossz m | Min. szállítási hossz m | A vízszinteshez való hajlásszög fok | Max. telj. képesség m ³ /óra | Energia-szükséglet kW/t |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|
| Szállítócsiga .. | 40 | 5 | ± 0—10 | 100 | 0,3 |
| Elevátor | 35 | 5 | ± 45—90 | 100 | 0,25 |
| Szállítószalag . | 120 | 5 | ± 0—20 | 300 | 0,2 |
| Pneumatikus csúszda | 100 | 2 | — 4—10 | 150 | 0,05 |
| Pneumatikus szállítás | 1000 | 25 | tetszőleges | 100 | 1,5—3 |

Ha a táblázatot vizsgáljuk, azt látjuk, hogy a régi mechanikai szállítóberendezések főleg csak vízszintes, illetőleg csak függőleges szállításra készültek és így többirányú szállítás csakis a berendezések kombinációjával oldható meg (pl. szállítócsiga és elevátor). Sokkal kedvezőtlenebb képet mutat azonban a szállítási távolság vizsgálata, mely azt mutatja, hogy nagyobb távolságok esetén több gépet kell sorbakapcsolni. A szállítási teljesítmény a mechanikai szállítóberendezéseknél kielégítő, azonban az anyaggal érintkező fémrészek kopása jelentős. A mechanikai szállítóberendezések energiamérlege általában kedvező képet mutat. Ha ezzel szemben a pneumatikus berendezéseket vizsgáljuk, azt látjuk, hogy egyébként változatlan feltételek mellett a leggazdaságosabb vízszintes, illetve közel vízszintes szállítóberendezés a pneumatikus csúszda, mely a mechanikai szállítóberendezéseknél is kevesebb energiát igényel. Hátránya azonban, hogy csak egyirányú szállítást tud végezni és 4—10°-os lejtést kell biztosítani. Így nagyobb távolságú szállítás lényegesen mélyebben ér véget. Az egyéb pneumatikus szállítási rendszerek, mint látható, a legnagyobb távolságra képesek szállítani. A teljesítőképesség is kielégítőnek mondható, valamint a vízszinteshez való hajlásszög mellett a szállítás iránya teljesen tetszőleges lehet. Igaz ugyan, hogy az energiafelvétele

8—14-szer nagyobb, mint a mechanikai szállítóberendezéseké, azonban mégis elterjedten használatos a következő okok miatt:

1. A pneumatikus szállítás rugalmasan alkalmazkodik a beépítés körülményeihez, tehát a tervezés, üzemszerek elhelyezése terén szabad lehetőséget ad a gyár területének, telepítésének racionálisabb kivitelére. Röviden: a szállítási rendszer alkalmazkodik az üzem elrendezéséhez és nem fordítva.

2. A kis helyszükséglet. A szállítás útvonalán mindössze a csővezeték átmérőjének és szerelvényeinek helyszükségletét igényli és az épület bármely részén (rendszerint a mennyezet alatt, vagy külső falra) szerelhető, így az üzem egyéb berendezéseivel alkalmazkodik.

3. Zárt, pormentes üzem, annak egészségügyi és gazdasági előnyeivel, mert az üzem levegője pormentes és tiszta marad, ellentétben a mechanikai szállítóberendezések porzásával, másrészt értékes anyagot takarítunk meg a megsemmisüléstől és az üzemből felszerelt többi gépek élettartamát is nagymértékben növeljük.

4. Teljesen automatizált üzem. Ennek következtében kiszolgálásához, kezeléséhez kevesebb munkaerő szükséges.

5. Minden üzemén belüli szállítási problémát megold, mert pneumatikusan el lehet végezni:

- az egy helyről több helyre és;
- a több helyről egy helyre történő szállítást.

6. Átalakítási, változtatási lehetőségei korlátlanok, amely különösen üzemtervezésnél, vagy üzemegységek áttelepítésénél, főleg pedig rekonstrukciós munkáknál nagyjelentőségű.

A fenti szempontok azok, melyek poralakú anyagok szállítását úgy határozzák meg, hogy 20 m-es magasságig csak függőleges szállítás esetén leggazdaságosabb az elevátor,

100 m távolságig csak vízszintes, illetőleg közel vízszintes szállítás esetén leggazdaságosabb a pneumatikus szállítócsatorna (csúszda),

összetett szállításnál, valamint 100 m feletti távolságokra pedig a pneumatikus szállítási megoldások jönnek elsősorban tekintethe.

A pneumatikus szállítás elve

A pneumatikus szállítás akkor jön létre, ha egy zárt csővezeték két vége között nyomásdifferenciát létesítünk, a csővezeték alacsonyabb nyomású vége felé áramlás indul meg és az áramlási sebesség olyan értéket ér el, hogy az a bevezetett poralakú anyagot magávalragadja, szállítani képes.

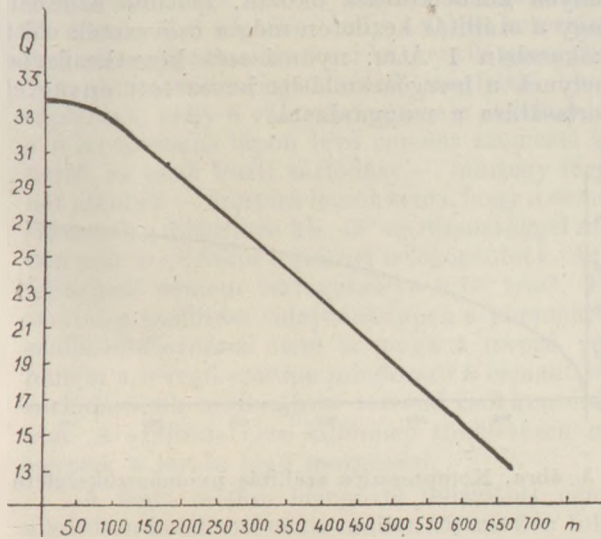
A nyomásdifferencia létesítése kétféleképpen történhetik, mégpedig

kompresszióval (túlnyomással), vagy depresszióval (vákuummal, szívással).

Ez egyben a pneumatikus szállítási rendszerek osztályozását is megadja. *Mivel a cementiparban a kompressziós szállítás terjedt el jobban, így első sorban annak elméleti és gyakorlati kérdéseivel kell részletesebben foglalkoznunk.*

Hogy az egyes szállítási rendszereket egymással összehasonlítsunk, valamint a szállítási rendszert méretezni tudjuk, a következő szempontokat kell figyelembe vennünk (ez egyben a méretezés sorrendjét is megadja):

1. Súlykoncentráció (1. ábra)



1. ábra. Súlykoncentráció

A súlykoncentráció az a dimenzió nélküli szám, mely megadja, hogy 1 kg levegővel hány kg anyagot szállítunk.

$$Q = \frac{Qa}{Ql}$$

ahol Q a súlykoncentrációt,

Qa kg/óra az óránként szállított anyag mennyiségét,

Ql kg/óra pedig a szállításhoz felhasznált levegő óránkénti mennyiségét jelzi.

Az 1. ábra a súlykoncentráció értékét a szállítási távolság függvényében mutatja. Eszerint rövidebb szállítás esetén nagyobb súlykoncentrációval kell dolgoznunk, míg nagyobb szállítási távolság esetén a súlykoncentráció kisebb, azaz a „hígítás” nagyobb. Ez utóbbi érthető, mert hiszen nagyobb szállítási távolság esetén a szállítás irányváltószai, valamint a beépített szerelvények miatt nyomáshullámok keletkeznek, melyek egyes esetekben a szállítás sebességét annyira lecsökkenthetik, hogy nagyobb súlykoncentráció esetén feltétlen lerakódáshoz és a csővezeték eldugulásához vezetnének.

2. Lebegési sebesség

A levegő sebességének kiszámításához még vannak tisztázatlan kérdések. Az ezzel kapcsolatos elméleti megfontolások (Stokes, valamint Newton törvénye) a Reynolds-szám által meghatározott bizonyos szemcseméretekre vonatkoznak. Ugyanakkor az áramlás örvénylése, az áramlási leválások, a szemcsék különféle irányokba történő elfordulása esetén váltakozó alakú vetülete és egyéb tényezők az elméleti alap kidolgozását megnehezítik. Gyakorlatilag azonban teljesen elfogadható eredményt ad az alábbi megfontolás.

Ha függőlegesen felfelé irányuló v m/mp sebességgel áramló levegőbe egy testet elhelyezünk, arra egyrészt a G súlyerő, másrészt a P felhajtóerő hat. E két erő vektora a függőlegesbe esik, azonban ellentétes értelemben mutat. Feltételezve, hogy a poralakú anyagok szemcséi gömbalakúak, a súlyerő

$$G = \frac{d^3 \pi}{6} \cdot \gamma a,$$

felhajtóerő pedig

$$P = \psi \frac{d^2 \pi}{4} \cdot \frac{\gamma l}{g} \cdot v^2,$$

ahol d a gömbalakúnak feltételezett anyag átmérője mm-ben (cementszállításnál maximum 4 $\times 10^{-4}$ méter, minimum 5 $\times 10^{-6}$ m, azaz 400 — 5 mikron).

γa a szállított anyag fajsúlya kg/m³ (cement esetében 3100 kg/m³),

γl a levegő fajsúlya kg/m³ (1,2 kg/m³),

g a nehézségi gyorsulás (9,81 m/mp²),

v a levegő áramlási sebessége m/mp,

v_1 lebegési sebesség m/mp,

ψ a szállított anyag alakjától függő koeficiens (gömbalakú anyagoknál 0,23),

ha $G > P$, akkor az anyag lefelé süllyed,

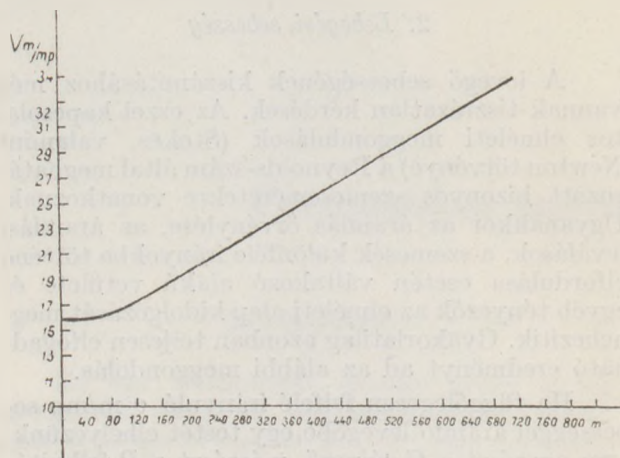
ha $G < P$, akkor az anyag felfelé halad,

ha $G = P$, akkor az anyag lebeg.

Miután mindkét irányú mozgásnak ez utóbbi (a lebegés) a határeset, tehát ezt kell részletesebben megvizsgálnunk. A G és P értékeinek fenti kifejezéseit behelyettesítjük és a megadott értékeket figyelembe vesszük, végeredményben azt kapjuk, hogy

$$v_1 = 4,8 \cdot \sqrt{d \cdot \gamma a} \text{ m/mp.}$$

A legnagyobb cementszemcsét 0,4 mm-nek feltételezve $v_1 = 5,4$ m/mp lesz. Ugyanakkor a 0,005 mm-es szemcsenagyságnál $v_1 = 0,715$ m/mp. Nyilvánvaló, hogy rendszerünket a legnagyobb szemcse szállításához szükséges levegősebességre kell méreteznünk, figyelembe véve azonban azt, hogy a szállító vezetékben a legalacsonyabb sebesség is ennél az értéknél magasabb legyen. A fenti képletek ugyanis a függőleges áramlásnál való lebegésre vonatkoznak, vízszintes irányú szállításra az elméleti megoldás még nem ismeretes. Tapasztalati tény, hogy ennél a függőleges emelés légsebességénél nagyobb sebesség szükséges. Figyelembe kell azonkívül a méretezésnél még ven-



2. ábra. Sebességváltozás

nünk azt is, hogy kompressziós, vagy depressziós szállítással állunk-e szemben és ennek megfelelően mindig a sűrített levegő, vagypedig a vákuum áramlási sebességét kell számításba venni (mely a beszívott levegő sebességétől nyilvánvalóan eltér).

Ha pl. kompressziós szállításnál megvizsgáljuk a sebesség értékének változását a szállítási út függvényében (2. ábra), azt látjuk, hogy az áramlási sebesség legalacsonyabb a szállítás kezdetén, és a csővezeték végéig fokozatosan nő, mert a nyomás expandál, a csőkeresztmetszet pedig nem változik.

A diagrammnak tulajdonképpen lineárisan kellene változnia, azonban a csővezeték első szakaszába beépített szerelvények a változást a lineáristól eltérítik. A kritikus sebesség ezek szerint a szállítás kezdetén van és itt kell a lebegési sebéségnél magasabb értéket biztosítanunk. Gyakorlatilag itt a sebességet 15–25 m/mp-re szokás felvenni. (A sebesség 0 att-s beszívott levegőre vonatkozik.)

3. Csőkeresztmetszet

A szállító csővezeték keresztmetszetét a $V = 60 \cdot F \cdot v$ összefüggésből kapjuk meg, ahol V a csővezetéken átáramló anyag és levegő m³/perc, melynek értékét az 1. sz. diagramm alapján a súlykoncentrációból állapítjuk meg, v az áramlási sebesség m/mp,

$F = \frac{D^2 \pi}{4}$ a csővezeték keresztmetszete m²,

D a csővezeték átmérője méterben.

A szükséges csővezeték átmérőjét fenti adatok birtokában

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{60 \cdot \pi \cdot v}}$$

összefüggésből kapjuk.

4. Levegőnyomás

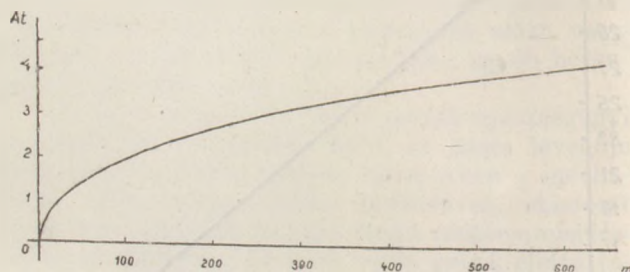
(Csak kompressziós szállítás esetén)

A levegőnyomás biztosítja a csővezeték két vége között lévő nyomásdifferenciát és annak értéke az áramlási veszteségekből számítható. Vesz-

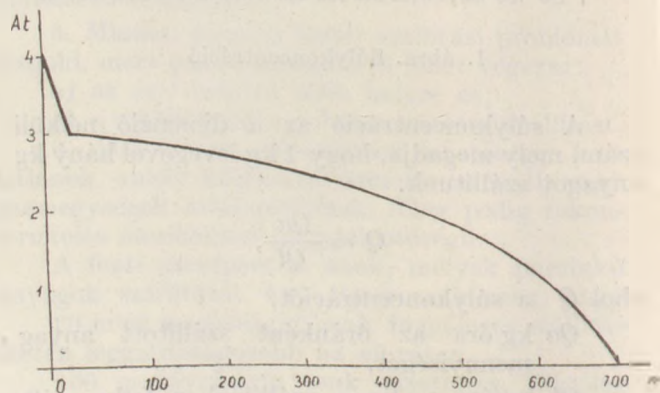
teség ébred egyrészt a levegő áramlásából, másrészt pedig az anyagnak vízszintesen, függőlegesen és az idomdarabok és szerelvényeken át történő szállításából. A levegővel szállított poralakú anyagok áramlástanai kérdései azonban egyelőre még nem teljesen tisztázottak, mert az eddigi elméleti feltevések gyakorlatilag nem nyertek igazolást, így helyesebben járunk el, ha a nyomás megválasztásánál empirikus adatokra támaszkodunk (3. ábra).

A csővezeték mentén az áramlással együtt a nyomás is igyekszik kiegyenlítődni, a csővezeték mentén a sűrített levegő expandál, melyet a 4. ábra mutat.

Ez 700 méter szállítási távolságnál felvett gyakorlati görbe és a lineáristól való eltérést a 0–700 méteres szakaszon a már említett szerelvények közbeiktatása okozta. Feltűnő azonban, hogy a szállítás kezdetén még a csővezeték előtti szakaszban 1 Atm. nyomásesés következik be, melynek a levegőáramlásba bevezetett anyag elporlasztása a magyarázata.



3. ábra. Kompressziós szállítás nyomásszükséglete



4. ábra. Nyomásváltozás

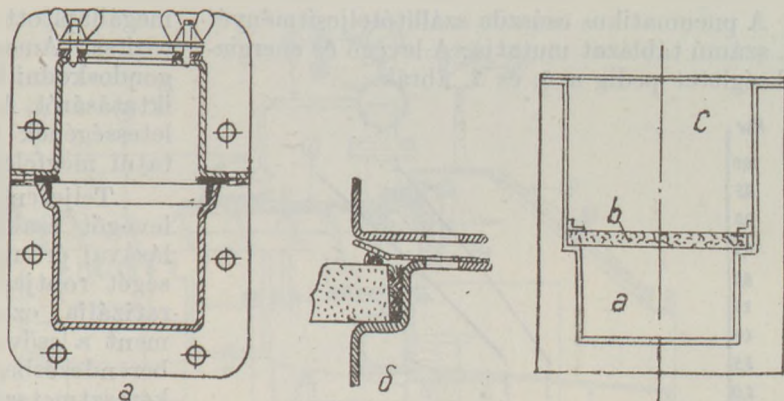
Pneumatikus csúszda

A pneumatikus cementszállító csatornát (pneumatikus csúszda), vagy aerációs csatornát a szállítócsiga, vagy szállítószalag helyett egyre elterjedtebben használják mindenütt, ahol azt az üzemi körülmények megengedik. A pneumatikus csúszdának ugyanis, mint már említettük, hátránya az, hogy minimálisan 4–5 fokkal lejtéssel kell szerelni és e miatt az ürítés mélyebben történik, mint a töltés.

5. ábra. Pneumatikus szállító-csatornák

Jobboldali ábra jelzései:

- a* = légaláfúvótér,
b = mikroporózus kerámiai lemez,
c = cementszállítótér.



A pneumatikus szállítócsatorna tulajdonképpen levegőáteresztő, mikroporózus válaszfalal vízszintesen két részre osztott csatornából áll (5. ábra). Alsó részébe, mely a teljes keresztmetszet kb. egyharmadát teszi ki, ventilátorral 200—250 mm vízszlopnomásnak megfelelő levegőt táplálunk, mely a válaszfal pórusain átdiffundálva a mikroporózus lapon lévő cement szemcséi közé hatol, az azok közti sűrűdést — mintegy légpárna-t alkotva — annyira lecsökkenti, hogy a cement-szemcsék a különben kb. 45°-os rézsűszöggel szemben már 4—5 fokos lejtésnél is legördülnek. Az így fellazított cement térfogatsúlya 0,75 t/m³. Ezek szerint a szállítást tulajdonképpen a pneumatikus szállítócsatornánál nem is maga a levegő végzi, hanem a levegő szerepe mindössze a cement belső sűrűdésének minimálisra történő csökkentésében van. A szállítás elve különben tökéletesen meg egyezik a lejtőn lévő mozgással.

A fenti módon levegővel fellazított cement a lejtősen beállított csatornában vízszerűen folyik, azonban a levegőtáplálás megszűnésével a szállítás folyamata is leáll. A cementréteg vastagsága a mikroporózus lapon 5—6 cm, melyet az alacsony nyomású ventilátorlevegő is könnyűszerrel áttör. Természetesen ez porzáshoz vezetne, ezért a pneumatikus szállítócsatorna lefedéséről gondoskodni kell, azonban a levegő elvezetésének a biztosítására ezt légáteresztő szövettel végzik.

A szállítóberendezés hossza többszáz méter is lehet. Külföldön már 400 méterre is használtak ilyen szállítóberendezést, azonban 80—100 méter után nem elegendő egy levegőbetáplálás, hanem pótlevegőt kell beadni.

A pneumatikus csúszda leglényegesebb része a mikroporózus lemez. Ez általában kerámiai lapból szokott állni és a követelmények a következők:

- porozitás 25—45%,
 pórusméret > 0,04—0,06 mm,
 áteresztőképesség 200 mm-es vízszlopnymás mellett 44 l/ó cm².

A mikroporózus anyagot a légpárna a kopástól, vagy elhasználódástól megvédi, így hosszú ideig éltart. Amennyiben pórusai eltömődnének, azok csiszolással ismét felszabadíthatók.

A kerámiai lap helyett lehet alkalmazni vízhatlanított textilanyagot, vagy más, a fenti feltételeket kielégítő anyagot is.

Mikroporózus lemez készíthető nagyszilárd-ságú cementből is a következő összetétel szerint:

- 3350 g homok
 1100 g cement
 400 g víz.

A homok összetétele:

- 1,7% nagyobb, mint 0,5 mm,
 64,7% 0,2 és 0,5 mm szemnagyságú,
 33,6% kisebb, mint 0,2 mm.

A pneumatikus csúszda teljesítményét a következő összefüggés adja meg:

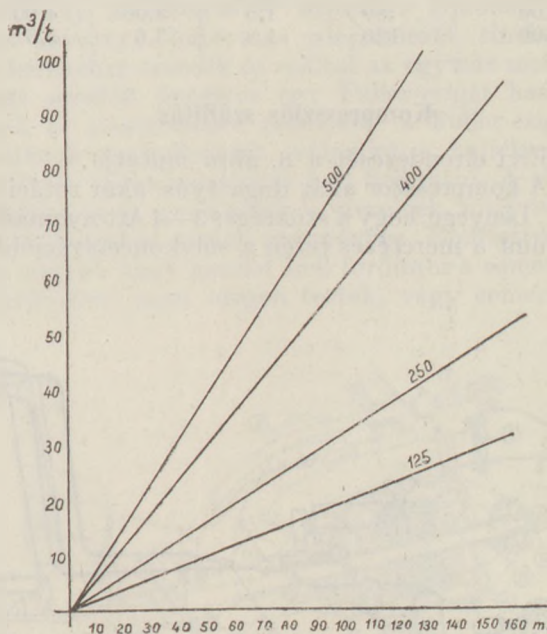
$$Q = 3600 \cdot B \cdot h \cdot v \text{ m}^3/\text{óra},$$

ahol *B* = a szállítócsatorna szélessége méterben. Ez gyakorlatilag 0,125—0,250 m. széles csatornánál 0,4—0,5 méter szokott lenni.

h a cementréteg vastagsága, mely 0,125—0,25 méter széles csatornáknál 0,05 méter, 0,4—0,5 méter széles csatornáknál pedig 0,06 méter.

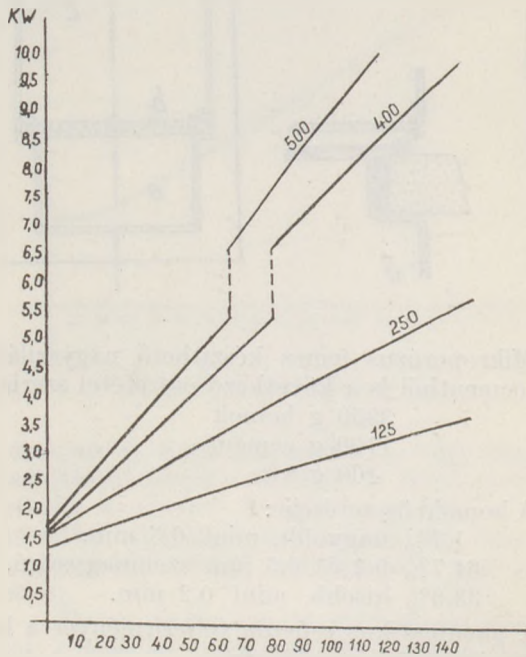
A szállítási sebesség *v* szokásos értéke 1 m/mp.

A rendszer levegőszükséglete ventilátor-szállítás esetén 1,5 m³/perc m². Szokás azonban préslevegő esetén azt is felhasználni és abban az esetben a levegőszükséglet 2 Att esetén 0,3 m³/perc m². Súlykoncentráció 40—50.



6. ábra. Pn. Sz.-csatorna levegőszükséglete

A pneumatikus csúszda szállítóteljesítményét a 2. számú táblázat mutatja. A levegő és energia-szükségletet pedig a 6. és 7. ábrák.



7. ábra. Pn. Sz.-csatorna energia szükséglete
A 400-as és 500-as csatorna vonalán a törés a 60–80 m-nél bekapcsolt második ventilátor üresjáratú energia-felvételből adódik.

2. táblázat
Pneumatikus szállítócsatorna szállítóteljesítménye

| A csatorna szélessége mm | Szállító-teljesítm. lejtséni m ² /ó | Energiaszükséglet LE-ben, a csatornahossz függvényében | | |
|--------------------------|--|--|------|------|
| | | 15 m | 25 m | 45 m |
| 125 | 20 | 0,85 | 1,35 | 1,85 |
| 250 | 40 | 1,00 | 2,2 | 3,00 |
| 400 | 80 | 1,5 | 3,00 | 4,00 |
| 500 | 120 | 1,8 | 3,6 | 5,5 |

Kompressziós szállítás

Elvi elrendezését a 8. ábra mutatja.

A kompresszor akár dugattyús, akár rotációs lehet. Lényege, hogy a szükséges 3–4 Atm nyomást, valamint a méretezés terén a súlykoncentrációból

megállapított megfelelő mennyiségű levegőt biztosítsa. Amennyiben a környező levegő poros, gondoskodni kell a kompresszor elé légszűrő beiktatásáról. A kompresszor után a nyomás egyenletességének biztosítására feltétlenül be kell iktatni megfelelően méretezett légzazánt.

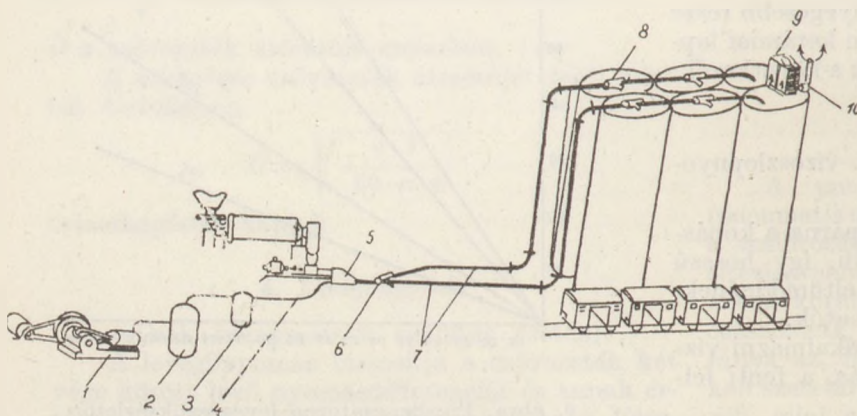
Teljesen száraz, olaj- és nedvességmentes levegőt csakis olaj- és vízleválasztó bekapcsolásával érünk el. A nedvesség a cement minőségét rontja, mert még felhasználás előtt hidratizálja, ezenfelül légnedvességtől lekötött cement a csővezetékben, a silóban, vagy adagolóberendezésben eltömődést okoz. A levegővezeték keresztmetszete megegyezik a nyomó-, vagy szállítóvezeték méretével. A légvezeték leszűkítése ugyanis nagy áramlási veszteséghez vezetne.

Differenciál-csiga szállító

(Fuller-szivattyú)

A Fuller-szivattyú néven ismert differenciál-csigaszállítók három típusban kerülnek kivitelezésre, és pedig stabil-, mozgó- és vertikális Fuller-szivattyú.

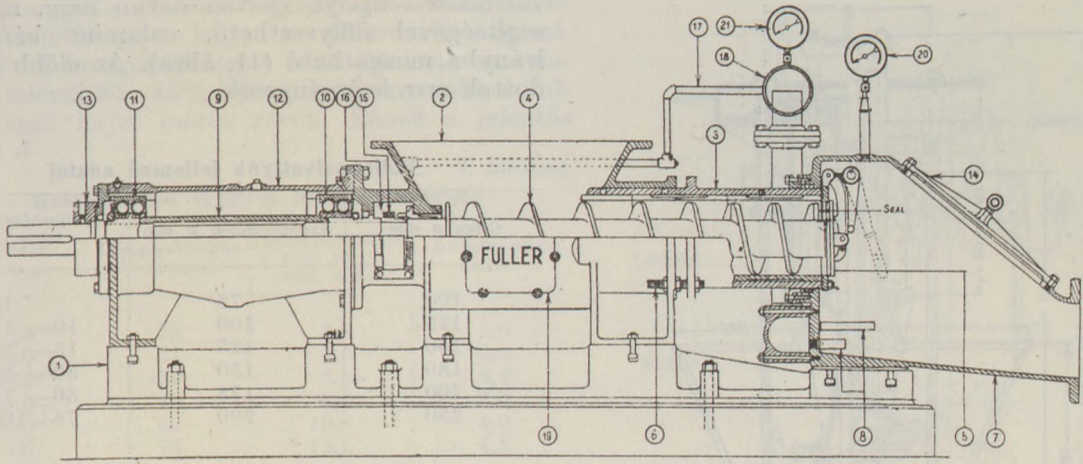
a) A stabil Fuller-szivattyú a legelterjedtebb a három közül (9. ábra). Ennek táplálása a 2-es nyíláson át gravitációsan, vagy cellás adagolóval történik és a cement a (4) differenciál-csigára hull. A differenciál-csigának az a lényege, hogy menetemelkedése a végefelé szűkül, általában 1 : 1,6 arányban. Míg a régi „E” típusú Fuller-csigának átmenő tengelye volt, addig az újabb „H” típusú Fuller-szivattyú motor felőli csapágyazása olyan, hogy a csiga repülő tengelyen van. Az acélöntésű csiga utolsó szakasza a szűkülő menet, valamint a 960/perc fordulat miatt erős kopásnak van kitéve, ezért azt cserélhetővé képezik ki. A csiga (3) csőben forog, mely a fellépő nagy kopás miatt szintén cserélhető hüvelyekkel van ellátva. A (3) csővéget (5) visszacsapó szelep zárja le. A csigát közvetlen tengelykapcsolással 960/perc fordulatú motor hajtja. A csiga csapágyazását a (9) csőtengegyen 2 db kétsoros golyóscsapágy biztosítja, mely egyben a fellépő axiális terhelést is felveszi. Ha a csigát ki akarjuk szerelni, a csapágyazást nem kell megbontani, hanem a porlasztókamra (14) fedelének, valamint a tengelyt rögzítő (13)



8. ábra. Kompressziós szállítás

A következő részekből áll:

1. Kompresszor.
2. Légzazán.
3. Olaj- és vízleválasztó.
4. Légzazaték.
5. Szállítóberendezés.
6. Kétirányú szelep (elosztó).
7. Nyomóvezeték.
8. Elektro pneumatikus működtetésű kétirányú szelep
9. Tömles légszűrő.
10. Ventilátor



9. ábra. Stabil Fuller-szivattyú

gyűrűnek leszerelése után a csigatengelyt a csőtengelyből kihúzzhatjuk. A fent leírt módon a differenciál-csiga a cementet a (7) keverőkamrába sajtolja és a menetszűkülés következtében létrejövő cementtömörülés olyan mértékű, hogy a levegőkamrában uralkodó 1—4 Atm nyomás a csigán át nem tud visszahatolni. A levegőkamra a (8) fúvókákon át kapja a komprimált levegőt, amely a csiga által betáplált cementet elporlasztja, másrészt ezt a nyomóvezetékbe továbbítja. A csiga rongálódásának elkerülése végett az adagológarat (2) alatti csigaszakasz kisebb kamrának van kiképezve, mely hivatott a csigába kerülő kemény, idegen anyagokat felfogni, melyek azután a (19) ajtó eltávolítása után kiszedhetők. Feltétlenül szükséges azonban a Fuller-csigába történő adagolás előtt a cementet átszitálni. A cement tömörítése azáltal fokozható, hogy a (6) csavar állításával a differenciál-csiga és a visszacsapó szelep közötti rés szűkíthető. Ennek állíthatósága 5—100 mm között van. A csapágyaknak porelleni védelmét a (17) vezetéken a (16) csapágytérbe vezetett sűrített levegővel biztosítjuk. A cementszállítás megkezdésekor, valamint befejezésekor a csigát leállítva a csővezeték

levegővel kifúvatjuk s ekkor a (5) visszacsapószelep gátolja meg a levegőnek az adagolótérbe való behatolását.

A Fuller-csiga teljesítményét az alábbi összefüggés adja:

$$Q = 60 \cdot \psi \cdot \frac{D^2 \pi}{4} \cdot s \cdot n \cdot \gamma a = t/\text{óra},$$

ahol D = a csiga átmérője méterben,

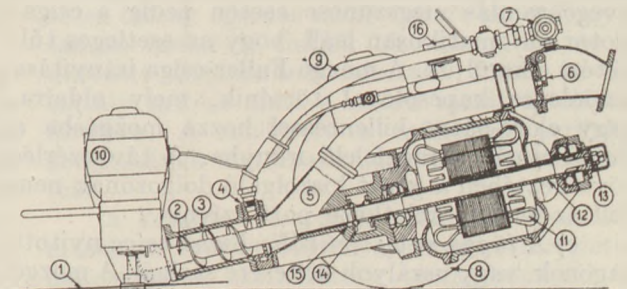
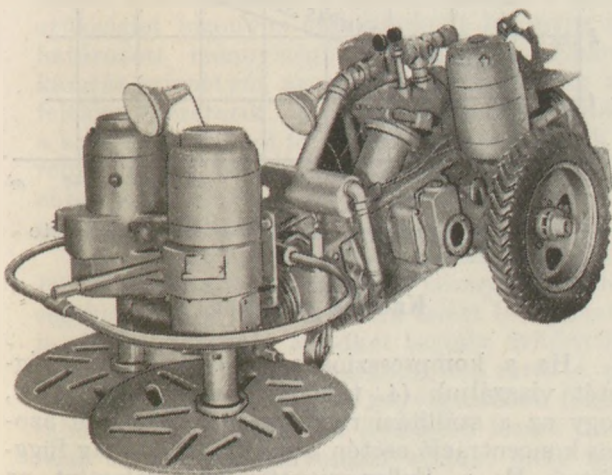
s = a csiga menetemelkedése méterben,

n = fordulatszám/perc,

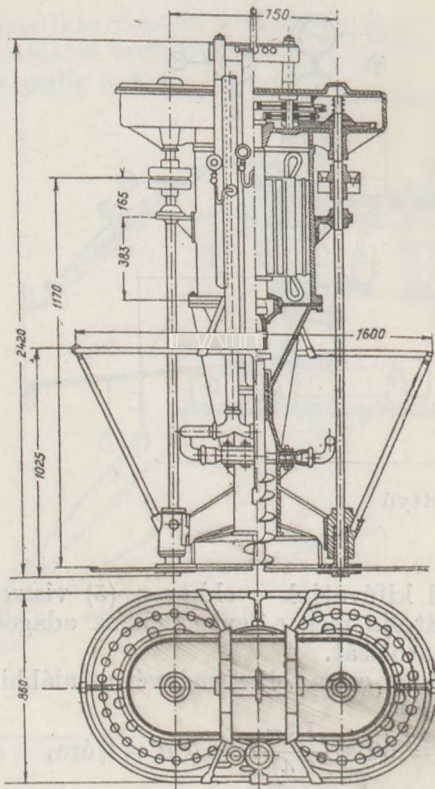
γa = térfogatsúly kg/m^3 ,

ψ = 0,8 töltési fok.

A nagy fordulatszám és a csökkenő menetemelkedés miatti összesajtolás különösen a csiga utolsó szakaszát és az azt körülvevő hüvelyt igen gyorsan koptatja. Új állapotában e kettő közötti hézag maximálisan 1—2 mm, üzemben pedig 10—12 mm-es kopásnál nagyobb nem engedhető meg. Ennek megszüntetése a differenciál-csiga és a védőhüvely kicserélésével történik. Újabban a Fuller-szivattyú öntöttvas alaplemezt síneken futó kerekekre szerelik és ezáltal az egymás mellé épített sorsilók ürítésére egy Fuller-csigát használnak és átszereléskor mindössze a Fuller-csiga garatjának csatlakozását, valamint a hajlékony gumitömlő nyomóvezetékét kell beiktatni. A siló alá tolattyút és íves elzárót is szerelnek, mely teljesen üzembiztos zárást eredményez. Említettük, hogy nagyon nagy gondot kell fordítani a cement kitisztítására, mert idegen testek, vagy cement-



10. ábra. Mozgó Fuller-szivattyú.



11. ábra. Vertikális Fuller-szivattyú.

vertikális tengelye Derrick-darun függ, melynek segítségével süllyeszthető, valamint bármelyik irányba mozgatható (11. ábra). Az előbb elmondottak erre is érvényesek.

3. táblázat
Fuller-szivattyúk jellemző adatai

| Csiga \varnothing mm | Nyomóvezeték \varnothing mm | Teljesítőképesség tonna/óra |
|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 100 | 75 | 10-ig |
| 125 | 100 | 10—15-ig |
| 150 | 125 | 15—30-ig |
| 180 | 150 | 30—50-ig |
| 200 | 175 | 50—75-ig |
| 250 | 200 | 75—100-ig |

Az ismertetett 3 típusú Fuller-szivattyúval bármilyen ömlesztett cementszállítási probléma megoldható. A már említett kis szerkezeti méretei miatt kiterjedten használják különösen régebbi cementüzemek korszerűsítésénél. A pneumatikus szállításhoz felsorolt előnyök mellett javára írható, hogy a szivattyú könnyen telepíthető és különösebb felkészültséget a levegőn és megfelelő villamos energián, valamint csővezetékén kívül nem igényel.

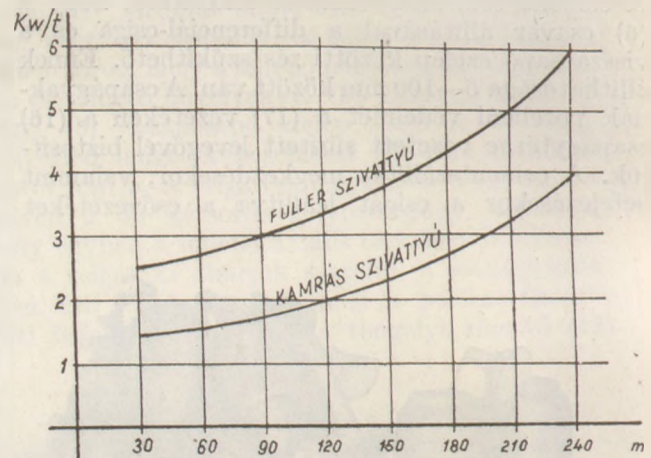
Fuller-szivattyúval 100 méter magasságra és 1000 méter távolságra is történt már szállítás. Nem szabad azonban elhanyagolni a Fuller-szivattyú energiafelvételét, melyet a 12. ábra mutat. Ez egyben összehasonlításként is szolgál a következőkben tárgyalandó kamrás szivattyúkkal. Az ábráról leolvasható nagyobb energiaszükséglet, valamint a Fuller-szivattyú forgó alkatrészeinek nagymérvű kopása a rendszer határozott hátrányára írható.

rögök a csigába jutván, azt megakasztják, vagy pedig annak megrongálódásához, esetleg töréséhez vezetnek. A Fuller-szivattyúk folytonos üzeműek és aránylag kis beépítési helyszükségletük alkalmassá teszi őket régi berendezések alá való beszerelésre és régi üzemek kiszolgálására.

b) *Mozgó Fuller-szivattyúkat* vagonok, uszályok, földszintes cementraktárak (kamrák) stb. ürtésére használják. A szállítás lényege a stabil Fuller-szivattyúval megegyezik, elrendezését pedig a 10. ábra mutatja.

Eltérés az adagolásban mutatkozik, amelyet egy, vagy két perforált, közel függőleges tengely körül forgó tárcsa végez. A tárcsákat külön motor hajtja és azonkívül szintén külön motor végzi a kerekek meghajtását is. Ezek szerint a két tárcsás mozgó Fuller-szivattyún összesen 5 db motor van (csigamotor, 2 db tárcsameghajtómotor és 2 db kerékmeghajtómotor). A tárcsák és kerekek meghajtómotorjai a karbantartás és tartalék megkönnyítése céljából azonosak. A csiga indításával együtt az adagolótárcsák motorja is megindul, a levegőáramlás megszűnése esetén pedig a csigamotor automatikusan leáll, hogy az esetleges túltöltést elkerüljük. A mozgó Fuller-csiga irányítása különleges kapcsolóval történik, mely oldalra, vagy előre-hátra billentéssel hozza mozgásba a Fuller-csigát a megfelelő irányba. A távvezérlés következtében a gépet kiszolgáló dolgozónak nem kell az esetleg keletkező port szívnia.

c) *A függő, vagy vertikális Fuller-csiga* nyitott vagonok, vagy uszályok ürtésére szolgál. A mozgó Fuller-csigához hasonlóan ugyancsak két mozgó etetőtárcsával van ellátva, azonban a Fuller-csiga



12. ábra. Kompresszor szállítás energiaszükséglete

Kamrás szivattyú

Ha a kompressziós szállítás levegőszükségletét vizsgáljuk (4. táblázat), megállapíthatjuk, hogy az a szállítási rendszertől függetlenül azonos koncentráció esetén a szállítási távolság függvénye. Ez a Fuller-szivattyúkra, valamint az úgynevezett kamrás szivattyúkra is vonatkozik.

Azonban, ha a 12. ábrát figyelembe vesszük, akkor megállapíthatjuk, hogy a differenciál-csigaszivattyú a levegőszükséglet biztosításának energiafelvételénél 30—40%-kal energiaigényesebb a Fuller-csigát hajtó motor révén. Ennek a jelentős

4. táblázat

Kompressziós szállítás levegőszükséglete

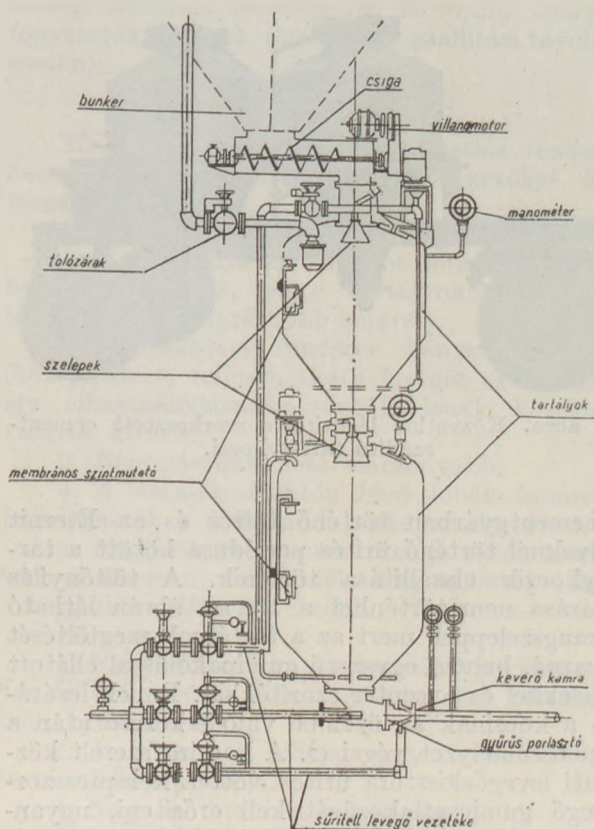
| Szállítási hossz m | Levegőszükséglet m ³ /t cementhez | Levegőszükséglet m ³ /p 10 t/ó száll. esetén | Levegőnyomás kg/cm ² |
|--------------------|--|---|---------------------------------|
| 75 | 23 | 3,8 | 2,0 |
| 150 | 31 | 5,6 | 2,5 |
| 250 | 39 | 6,9 | 3,0 |
| 300 | 48 | 8,7 | 3,5 |
| 450 | 62 | 10,6 | 4,0 |
| 600 | 75 | 12,1 | 4,5 |

energiamennyiségnek, valamint a fentiekben részletesen megtárgyalt költséges karbantartásnak (kopások) elkerülésére használják a kamrás szivattyúkat. Ezek a kompressziós szállítás előnyét magukon viselik és lényegileg olyan zárt tartályból állanak, melyek lezárása után a benne lévő cementet levegővel kifúvatjuk. A kiürült tartályt ismét meg kell töltenünk és ez alatt az idő alatt a cementszállítás szünetel. Egyrészt a szakaszos üzem, másrészt pedig a nagyobb helyszükséglet a kamrás szivattyúk hátrányául róható fel a Fuller-szivattyúval szemben. A nagy helyszükséglet régi üzemek korszerűsítésénél sokszor leküzdhetetlen akadályt jelent, új üzemeknél azonban erre a tervezésnél figyelemmel vannak. A szakaszos üzem pedig két kamrás szivattyúnak egymás mellé helyezésével és azok váltakozó üzemeltetésével megoldható. Az említett két hátrány ellenére is megbízhatósága miatt újabban a kamrás szivattyúkat egyre elterjedtebben használják.

A kamrás szivattyúk valamennyi típusa elvben megegyezik, azonban gyakorlatilag különféle eltéréseket találunk. Így megkülönböztetünk beépített, vagy stabil, ezen belül az egy- és kétkamrás, valamint iker- és mozgókamrás szivattyúkat (tartálykocsikat).

Az *egykamrás szivattyúk*-nak ott van létjogosultságuk, ahol a szakaszos üzem nem jelent hátrányt. Elsősorban ott jöhet szóba, ahol a cementszükséglet bizonyos időközönként bizonyos meghatározott mennyiségben jelentkezik. Ekkor a kamrás szivattyút az egyszeri adagolásnak megfelelően méretezik. A töltési idő meggyorsítására a kamrás szivattyú fölé mérőtartályt szoktak szerelni, melyet az ürítési idő alatt megtöltenek és ebből a kamrás szivattyú gravitációs úton igen gyorsan feltölthető (13. ábra).

Az *ikerkamrás szivattyúk*-nál mindkét tartály 60°-os kúpban végződik, sőt a könnyebb üríthetőség kedvéért a kúp torkolata felett levegőlazítást is alkalmazhatunk. Mindkét tartály ürítónyílását levegővel működtetett harangszelep zárja le, mely az alulról ráható nyomás következtében fokozottabb zárást biztosít. Az ily módon lezárt tartály felső részére levegőnyomást adunk, mely igyekszik a cementet a tartály aljára szerelt kúpba nyomni. Ugyanakkor a tartály alsó nyílásához

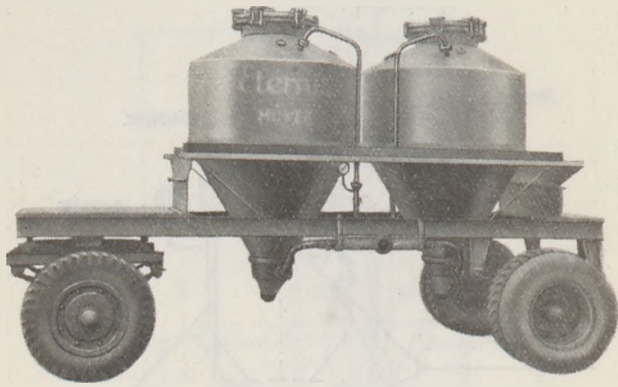


13. ábra. Kamrás szivattyú.

porlasztófejet csatlakoztatunk, melyben a betáplált levegő a cementet egyrészt fellazítja, másrészt a nyomóvezetékbe szorítja. A fúvókához csatlakoztathatunk gyűrűs porlasztót is (13. ábra), mely a szállításnál megkívánt súlykoncentrációt állítja be. A kamrás szivattyúk működésénél messzemenően kihasználják a préslevegő alkalmazását, mert úgy a szelepek zárását, mint a szivattyú üzemének megindítását és leállítását egyaránt ezzel végzik. A szintmutatók, vagy fesz mérők felhasználásával működtetett kapcsolás távvezérlése révén a kamrás szivattyúk tökéletesen automatizálhatók. A kamrás szivattyú ugyanis csak az ürítés periódusa alatt áll nyomás alatt, mely nyomás a szállított cementnek a csővezetékben mutatott ellenállásával azonos, míg a tartály kiürítése után a levegő szabadon expandálhat az üres csővezeték mentén, így a tartályban a nyomás gyakorlatilag nullára esik vissza. Ez a tartály töltésének vezérlésére felhasználható.

A kamrás szivattyúk szállításának folyamatossá tételét egymás mellé épített két tartály váltakozó üzemével tudjuk biztosítani. Ez az úgynevezett *kétkamrás szivattyú*. Ennél az egyik tartály ürítése alatt a másik tartályt töltjük és fordítva. A rendszert a működési periódusok átváltásának automatizálásával lehet tökéletesíteni.

A kamrás szivattyúk működési elvét alkalmazza az Eternit Művek a cementszükségletének biztosítására szerkesztett tartálykocsijain (14. ábra). Ebben az esetben a kamrás szivattyú működtetésének automatizálása nem szükséges, mert



14. ábra. Közvetlen légűritésre szerkesztett cementszállító tartálykocsi.

a cementgyárban történő töltés és az Eternit Műveknél történő ürítés periódusa között a tartálykocsik elszállítása történik. A töltőnyílás elzárása nem történhet a 13. sz. ábrán látható harangszeleppel, mert az a tartályok megtöltését zavarná, hanem egyszerű gumipakolással ellátott fedelekkkel és excenter szorítókkal. Ennek lezárását a kocsinak az üzembe való érkezése után a kezelőszemélyzet végzi el. A kocsira szerelt központi levegőelosztóra ürítés előtt a kompresszor-levegő gumicsatlakozását kell erősíteni, ugyanakkor pedig az ürítés alatt álló tartályhoz a nyomócsővezeték gumitömlője csatlakozik. A levegő- és gumivezeték csatlakozásánál alkalmazott gyorskapcsolók és a már említett fedél lezáró szerkezet excentrikus szorítóval történő lezárása révén a kocsi 2 perc alatt ürítésre előkészíthető.

Teherkocsi, vagy pótkocsi alváz mellett a kamrás szivattyú felszerelhető vasúti kocsi alvázra, vagy hajóra is. Ez utóbbi esetben a kompresszort is a hajóra szerelik és az ürítés helyén csak az elektromos csatlakozást, valamint az ürítő nyomócső csatlakozást kell biztosítani.

A kamrás szivattyúk teljesítménye a szállítási távolságtól és a szállítócső keresztmetszetétől függ. Ennek alapján készült az 5. táblázat.

5. táblázat

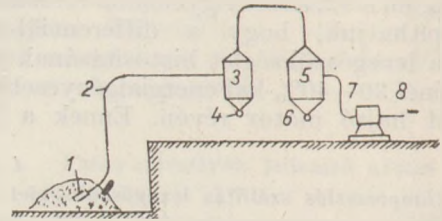
Kamrás szivattyúk jellemző adatai

| Szállítási távolság m | Levegőnyomás kg/cm ² | 45 | 105 | 45 | 105 |
|-----------------------|---------------------------------|--|---|-----|-----|
| | | t/ó teljesítménynél csővezeték ø-je mm-ben | t/ó teljesítménynél a kompr. motor telj.-e kW-ban | | |
| 90 | 2,0 | 125 | 200 | 80 | 185 |
| 180 | 2,5 | 150 | 200 | 110 | 240 |
| 300 | 3,0 | 150 | 200 | 160 | 385 |
| 600 | 4,0 | 150 | 200 | 185 | 470 |

Depressziós (vacuum, vagy szívórendszerű) szállítás

A depressziós szállítás elvi elrendezését a 15. ábra mutatja.

A vákuumszivattyú üzembehelyezésével végig az egész berendezésen az egyes szívókig légrit-

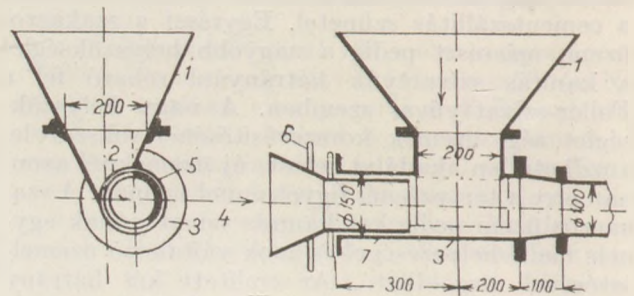


15. ábra. Depressziós szállítás elrendezése.

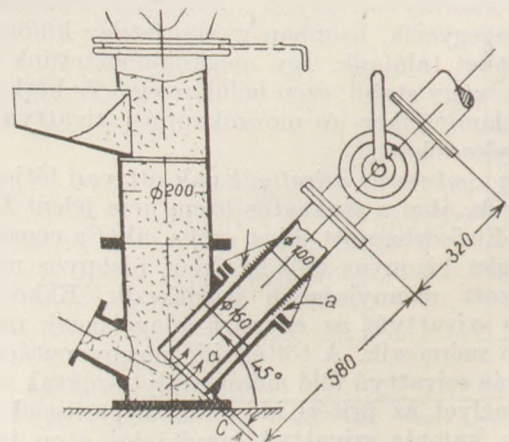
Fő részei:

1. Szívócsonk.
2. Csővezeték.
3. Anyagfelfogó tartály.
4. Íves elzáró.
5. Szűrő.
6. Íves elzáró.
7. Vákuumszivattyú, vagy ventilátor.
8. Kivezetőcső.

kulás áll elő, mely az egyes szívótól a vákuumszivattyú felé irányuló levegőáramlást hoz létre. Ez a levegőáramlás a 16. sz. ábrán feltüntetett teleszkóprendszerű adagolón keresztül magával ragadja a szállítandó anyagot. Az adagoló elfordításával, illetve a teleszkópcső összetolásával a szállítás teljesítménye fokozható.



a) Szabályozható vízszintes szívócsonk



b) Teleszkópos szívócsonk

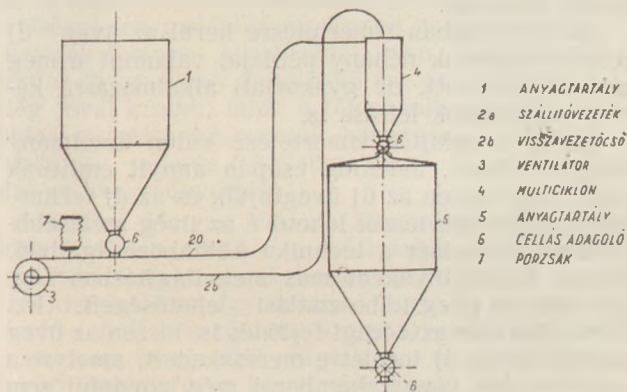
16. ábra. Depressziós szállítás szívócsonkjai.

A 300 m-es vákuumszivattyú súlykoncentrációja 25, teljesítménye pedig 50 cm higanyoszlop depresszió esetén 15 t/ó és levegőszükséglete 8 m³/perc. Teljesítménye 4 t-tól a teleszkóp szívófej állításával szabályozható, energiafogyasztása 2,75 kWó/t. A fenti adatok és általában a depressziós szállításról mondottak azonban első-

sorban kazánházi pernyére, vagy salakra vonatkozhatnak, mivel a cementipar depressziós szállítását edzőszerint nem használ.

A depressziós szállítás több helyről egy helyre történő szállításnál előnyös, így elsősorban a kazánok salakteréből, vagy füstcsatornáiból közös gyűjtőtartályba történő szállítás esetén. Felhasználható azonban cementgyáraknál a cementnek a malmokból a cementsilóig történő szállítására is. Hátránya, hogy több helyre történő szállításra csak olyan formában használható, hogy pl. egymás mellé épített siló tetejére nagyobb leválasztó ciklont helyezünk és abból gravitációs úton irányítjuk az anyagot a különféle helyekre. Egyazon berendezéssel azonban egymástól távol eső tárolóhelyekre anyag nem szállítható. Ugyancsak hátrányul róható fel az, hogy az anyagot szállító levegőt a vákuumszivattyú átszívja, így a porleválasztó berendezés tömítetlensége, vagy megrongálódása esetén a szállított por a szivattyúba kerül és azt hamar tönkretetheti.

A Koncz-féle depressziós rendszer ez utóbbi hibát kívánja kiküszöbölni amikor a multiciklonokban kb. 90%-ig megtisztított levegőt ventillátorba vezet vissza és a szállító csőrendszer ezáltal teljesen zárt egységet alkot (17. sz. ábra).



17. ábra. Koncz-féle depressziós szállítás.

Az anyagot a vezetékbe cellás adagolóval juttatjuk be és a csőrendszerben lévő áramlás azt magával ragadja és a tárolótartály tetején elhelyezett ciklonban lerakja. A ciklonból a tárolótartály szintén cellás adagolóval lehet tölteni. Salak szállításánál külön Koncz-féle szállítóval oldják meg egyrészt a salak gyűjtését, majd utána a salaknak a kazánháztól távol eső hányóra, vagy esetleg vagonba való rakását. Így a Koncz-rendszer salakgyűjtő (pernyegyűjtő) és salaktovábbító (pernyetovábbító) rendszer sorbakapcsolásából áll. Hogy a Koncz-féle szállítás zárt rendszerében a depressziót állandóan biztosítani tudjuk, másrészt, hogy az anyaggal a csővezetékbe beadagolt levegőt elvezessük, a ventilátor és a cellás adagoló közti csőszakaszba tömlős légszűrőt kell beiktatnunk. A salakgyűjtő súlykoncentrációja 0,5—1,4. A szükséges ventilátor nyomás 300—800 mm vízoszlop, szállítási sebesség 12—20 m/mp, energiafogyasztás 2 kWó/t (100 méteres szállítási távolságig.) A pernyetovábbító adatai: súlykoncentráció 1,2—1,8, ventilátor nyomás 300—800 mm víz-

oszlop, szállítási sebesség 18—20 m/mp, energiafogyasztás 4 kWó/t (300 méter szállítási távolság esetén).

ÖSSZEHASONLÍTÁS

Ha a kompressziós és depressziós rendszer összehasonlítását nézzük, a következőket kell megállapítanunk:

A kompressziós rendszer előnyei:

1. Egy helyről az anyagot tetszőlegesen elhelyezett silókba, vagy tartályokba szállítja. (Szállítás egy helyről több helyre.)
2. A szállítási rendszer kényesebb gépei (kompresszor) teljesen tiszta levegőt szállítanak, így elhasználódásnak, rongálódásnak kevésbé vannak kitéve.
3. Energiaszükséglete alacsonyabb.
4. A vezeték mentén lévő hibák könnyen felfedezhetők a keletkező porképződés révén.
5. Nagyobb súlykoncentrációja révén kisebb keresztmetszetű csővezeték használható, tehát a helykihasználás kedvezőbb.

Hátrányai:

1. Nagyobb súlykoncentrációja következtében fellépő erősebb elhasználódás, azaz költségesebb karbantartás.
2. A csővezeték hibája, vagy tömítetlensége esetén fellépő porzás.
3. Nagyobb beruházási költségek.

A depressziós szállítás előnyei:

1. Több különböző helyről egy helyre gyűjti össze az anyagot.
2. A csővezeték meghibásodása esetén sem porzik, tehát teljesen pormentes üzemet biztosít.
3. Állandó szállítási sebessége révén különösen nagy kopású helyek a csővezeték mentén nincsenek és a csővezetékön kívül kopásnak kitett alkatrésze nincs (ellentétben pl. a Fuller csigával), így karbantartása olcsóbb.
4. Kisebberuházási költségek.

Hátrányai:

1. A szállító levegőt a vákuum szivattyún szívja át, így a porszűrőrozsák meghibásodása esetén a vákuumszivattyú tönkremegy.
2. A vezeték kilyukadása, vagy tömítetlensége esetén a szállítási teljesítmény leesik, azonban a hibaforrás megkeresése hosszadalmasabb és körülményesebb, mint a kompressziós szállításnál.
3. Kisebberuházási távolság.

A Koncz-féle szállítás előnyei:

1. Az összes berendezés közül a legegyszerűbb, legérzékletlenebb kopásokkal szemben.
2. Teljesen zárt, pormentes rendszer, mely tömítetlenség esetén sem porol.
3. Legkisebberuházási költsége.

Hátránya:

Kis súlykoncentrációja következtében szükséges nagy csőkeresztmetszet és ezzel aránylag rossz helykihasználás.

Irodalom

1. Grinev: Pneumatikus szállítás a cementiparban.
2. Jevnevics: Építőanyagipari Vállalatok emelő és szállítóberendezései.
3. Pfrunder: Erfahrungen mit dem pneumatischen Zementtransport. (Zement, Kallh. (Gips, 1951. 4.)

Üvegből készíthető szerkezeti elemek

LETTNER JÓZSEF

Népgazdaságunk gyorsabb ütemű fejlesztésének alapvető feltétele a takarékoság további fokozása. Takarékoság alatt elsősorban az anyagokkal való helyes gazdálkodást kell érteni, mivel a termelvényeknek szükség szerinti mennyiségben való előállítását elsősorban a rendelkezésünkre álló anyagok és azok mennyisége szabja meg.

A nemzetközi helyzet feszültsége az áruforgalomra is kihat és egyes nélkülözhetetlen importanyagok, pl. a színesfémek beszerzése is komoly nehézségbe ütközik. Ez szükségessé teszi a színesfémekből és az ötvözött acélokból készült alkatrészek felülvizsgálatát és ahol erre lehetőség van, más — nehézség nélkül beszerezhető — anyagból kell ezeket az alkatrészeket elkészíteni. Ez a megoldás csökkenti a gyártási függőséget a színesfémek és ötvöző anyagok behozatalától és közvetve gazdasági megerősödésünket szolgálja.

Ma, amikor a drága importanyagokkal való takarékoskodás egyik legfontosabb feladatunk, minden lehetőséget meg kell ragadni, hogy a színesfémek és ötvözött acélok pótlásának nehézségeit leküzdjük. Ez műanyagokkal részben sikerült is, de vannak olyan színesfém- és ötvözött acél alkatrészek, amelyek műanyaggal nem pótolhatók. A pótlási nehézségek leküzdésében a szervesetlen üvegeknek is nagy jelentőségük van.

Az üvegnek a vegyészeten, elektromos-, építő- és finommechanikai iparban már eddig is jelentős szerepe volt, de felhasználását újabb alkalmazási területeken tovább lehet fokozni. A finommechanikában és a könnyűgépiparban — egyes helyeken — mint a színesfém és az ötvözött acél pótlóanyagát jöhet számításba. Az eddigi vizsgálatok és kísérletek azt mutatják, hogy megfelelő üvegből készült alkatrészek számos helyen pótolni képesek a színesfémekből és ötvözött acélból készült alkatrészeket. Vizsgáljuk meg először a finommechanikai szektort. Finommechanikai készítményeknél — pl. egyes speciális készülékektől eltekintve — nagy igénybevételek, magas fordulatszámok, nagy felületi terhelések állg fordulnak elő. E készítményeket (műszereket) rázás, ütés, rezgés, jelentékenyebb külső vagy belső erőhatások egyáltalán nem, vagy legfeljebb kismértékben szokott érni.

Ha mindezeket figyelembe vesszük, felmerül a kérdés, lehet-e színesfémek és ötvözött acélok megtakarítása céljából az üveget, mint alkatrészanyagot bizonyos szerkezeteknél felhasználni?

Talán korai lenne erre a kérdésre határozott igennel válaszolni, de az eddigi kísérletek kielégítő eredményei, és az eddig már bevált új üvegek készítmények azt bizonyítják, hogy az alkalmazási terület bővül és az üveggel szemben megmutatkozó bizalmatlanság már a szakemberek körében is veszített erejéből.

Az üveg technikai téren történő további felhasználásának kutatómunkája kettős célt szolgál. Egyrészt, és főképpen anyagtakarékosságot a drága és nehezen beszerezhető importanyagok pótlására, másrészt közelebb hozza az üvegtechnikát a vasiparhoz, elsősorban a könnyűgépgyártáshoz és finommechanikához. Mindkét cél nagyfontosságú mind népgazdaságunk, mind az üvegtechnika fejlődése szempontjából. Nem szabad tehát az üveggel kapcsolatos reális elképzeléseket felületes bírálat alá venni és az eddigi túlzott előítélettel viseltetni az üveg törékenységevel szemben, mert a gyakorlat azt mutatja, hogy megérdemli az előlegett bizalmat.

Az alábbiakban ismertetésre kerül az üveg új felhasználásának néhány példája, valamint a még nem alkalmazott, de gyakorlati alkalmazásra kerülő megoldások leírása is.

Az új üvegfajták ismertetése külön tanulmány tárgyát képezi. Jelenleg csupán annyit említünk meg, hogy éppen az új üvegfajták és az új technológiai eljárások teszik lehetővé az üveg szélesebb körű alkalmazását a technika különböző ágaiban. Ennek folyamánként más megvilágításban fogjuk látni az üveg felhasználási lehetőségeit. Ezt bizonyítja már az eddigi fejlődés is, hiszen az üveg számos olyan új területre merészkedett, amelyre a régi korszak üvegszakemberei még gondolni sem mertek.

A terjeszkedésnek sok esetben mégis jelentékeny akadályok álltak útjában. Ennek oka, hogy az üvegnek számtalan értékes tulajdonsága mellett a törékenységet és ridegséget nem tudták a kívánalmaknak megfelelően legyőzni és ezért tágabb körű alkalmazástól idegenkedtek.

Az új üvegfajták, az új üvegtechnikai eljárások, valamint az üvegből készült alkatrészek kellő védelése megmunkálás közben, a helyes beépítési konstrukció, amely védi az üvegalkatrészt a külső erőhatásoktól, lehetővé teszi az üvegalkatrészek fokozatos alkalmazását a különböző gyártmányainknál.

Tagadhatatlan, hogy féligmeddig megalkuvásokon alapuló megoldásoknál tartunk, de az ilyen megalkuvás eredménye is kielégítő lehet a gyakorlati alkalmazás szempontjából. Ennek meggyőző bizonyítékait ismertetjük az alábbiakban:

A csapágy és csapágypersely a leggyakrabban előforduló gépelemek valamennyi mechanizmusnál. Csapágyperselyek általában bronzból készülnek és ez az egyik jelentős területe a színesfém felhasználásának. Nem véletlen tehát, ha ismertetésünk első lépéseként a bronz-csapágyperselyt szembeállítjuk az üvegcsapágypersellyel és azt a

kérdést vizsgáljuk, képes-e az üvegpersely bizonyos helyeken, bizonyos szerkezeteknél kellő feltelemek mellett a bronzból készült perselyt pótolni?

Az üvegcsapágypersely anyaga „kemény üveg”. A keményüveg meleg állapotban jól préselhető, tökéletes présszerszám esetében préselés után semmiféle megmunkálás (csiszolás, polírozás) nem szükséges. (Dr. Knapp Oszkár: „Az üvegipar fejlődése az utolsó tíz évben” című ismertető tanulmányából).

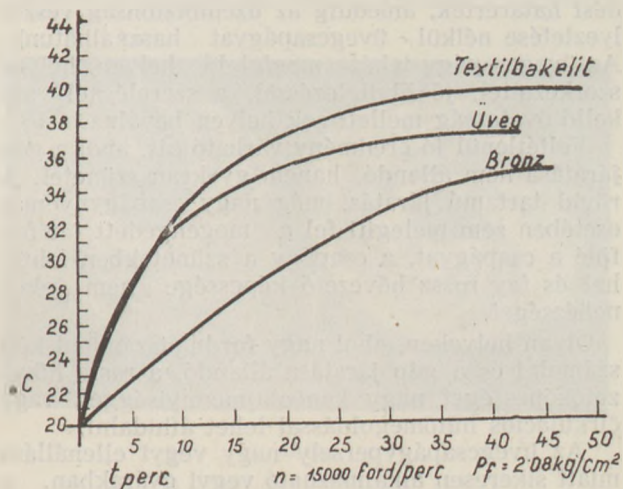
Az ilyen üvegcsapágyak vagy perselyek lágy érintkezési felületet adnak a tengelycsappal érintkező üvegfelület egyenletesen tömör (tömörebb, mint pl. az öntött bronz felülete), a símaság pedig egyenlő a fémek megmunkálásánál ismert csiszolt felülettel. Ez a súrlódás és a felületi terhelés szempontjából igen fontos. A kedvező tömör és síma felület előnyös értékű súrlódási tényezőt ad. A súrlódási tényező (durva mérés alapján) — csiszolt üvegfelületen csúszó edzett csiszolt acél esetén — 0,1—0,12. Ez megfelel az „acél-acélok” csúszó súrlódási tényezőnek (pl. öntöttvas-acélon = 0,33, csapágypersely esetén a háromszorosa az üvegpersely súrlódási tényezőjének). Kisebb méretű perselyek (műszereknél) kb. 15 mm \varnothing -ig üvegcsőből ledarabolva is készülhetnek. Üvegcsőméretek az üveg kiváló plaszticitása folytán — ma már a milliméter törtrészeinek (0,02—0,05) betartásával lehet előállítani. Ennek nagy pontosságú műszerek tömeges gyártásánál van jelentősége, mert az üvegpersely önköltségi ára és a selejtvesztés jóval kisebb, mint a fémperselynél, ahol a pontos gyártási toleranciák betartása — a megmunkálási eljárás következtében — nehezebb, mint az üvegcsőgyártásnál.

A Rákosi Mátyás Vas- és Fémművek Gépgyárának Kísérleti Üzemében lefolytatott üvegcsapágy kísérlet megbízható eredményeket adott.

A kísérleti csapágyperselyeket \varnothing 17 mm belső méretű 1,5 D hosszúságú, 3 mm falvastagságú laboratóriumi üvegcsőből vágták le és megfelelő olajozó furatot fúrva készítették el. A cső belső keresztmetszete is bizonyítja a pontos elkészítés lehetőségét, mivel az ovalitás sem haladta meg a 0,1 mm-t. Az acélból készült csapágyházba az üvegperselyeket tolóillesztéssel (H7-J6) folyékony „Hermetik” tömítő ragasztóanyaggal bekenve helyezték el. A két perselybe illeszkedő tengelycsapok anyaga a 160.11 minőségű volt, kőszőrült felülettel. A két persely közötti tengelytáv közép-pontjában 20 kg egyenletes terhelést adva a csapágyperselyek felületi terhelése 5 kg/cm² értéket adott. A kenés közepes sűrűségű gép-kenőolajjal történt. A bejáratás 1—1 órán keresztül először 940, majd 1980 ford/perc fordulattal történt. A felmelegedés ezen idő alatt 20°-tól kiindulva (1980 ford/perccel való járatásnál max. 38°-ot ért el. A futási idő után mind a persely, mind a tengelycsap felülete teljesen sértetlen volt.

A további kísérlet már a gyakorlati alkalmazás feltételeinek megfelelően történt. Ugyanis vannak olyan szerkezetek, amelyeknél a csapágyak felületi terhelése nem nagy, ellenben magas a fordulatszám. A kísérlet főkérdése ezzel kapcsolatban tehát az volt, hogy az adott üzemi terhelésnél és magas fordulatszámánál a melegedés milyen határt ér el és hogy a tengely, valamint az üvegpersely felülete hogyan alakul át. Az üvegcsapágyakat

(perselyeket) terhelési próbájuk során magas fordulatszámú elektromotorba építették be. A tengelyre ható erőt 1,5 kg-ban határozták meg. Ez az üvegcsapágy felületére nem ad új nagy terhelést, de a tengelyméret (\varnothing 6 mm) és a motor kis teljesítménye (80 wattos) nem engedhetett meg nagyobb terhelést. A felületi nyomás azonban így is 2,08 kg/cm² volt, ami a gyakorlatban finommechanikai szerkezeteknél sem nagyobb, legfeljebb egészen kivételes esetekben. A maximális fordulatszám e kísérleteknél 15.000 ford/perc volt. Közvetlenül az üvegcsapágyon és a csapágyházban azon célból, hogy ellenőrizhető legyen a hőátadás mértéke az egész test (szerkezet) szempontjából. Az üvegcsapágy tartóssági próbájának ideje megszakítással 320 óra. A leghosszabb egyhuzamban történő futási idő 8 óra volt. Ezen idő alatt a legmagasabb hőfokértékek közvetlenül az üvegcsapágyon mérve 37° C, a csapágyházban pedig 34° C volt. A maximális felmelegedés 20° C-ról kiindulva 32 perc múlva következett be, ezután a hőfok tovább nem emelkedett. A melegedés időbeli értékeit, valamint a bronz és a műanyag melegedési diagramját — összehasonlítás céljából — az 1. számú kép szemlélteti:



1. ábra.

A diagrammból látható, hogy az üvegcsapágy felmelegedése (ugyanolyan terhelés mellett) csak 2° C-al magasabb, mint a bronzcsapágyé, annak ellenére, hogy lényegesen rosszabb a hőátadási képessége. Ennek oka valószínűleg a jobb súrlódási tényezőben rejlik. A textilbakelit-csapágy túlmelegedésének oka — az üvegcsapágygal szemben — pedig az, hogy az ugyancsak rossz hővezetőképesség mellett még a súrlódási tényezője is nagyobb értékű, mint az üvegé.

A kísérleti eredményeket összefoglalva a következők állapíthatók meg:

1. Az üvegcsapágy a magas fordulatszámot (15.000 ford/perc) kisebb értékű (1—2 kg/cm²) felületi terheléssel jól bírja.
2. A fenti feltételek mellett nem melegszik fel a megengedettnél magasabb üzemi hőfok fölé (max. 37° C) és így a hőkiterjedése is olyan csekély, hogy nem kell számolni a befeszülés okozta töréssel.
3. Az üveg tengellyel érintkező, tehát csúszó felülete megtartja a „tükrös” fényét, azaz

felületi minőségét ugyanúgy, mint a fémfelület. Ez arra enged következtetni, hogy a csúszófelületen lévő üvegrészecskék nem töredeznék ki (mert akkor a felület homályos lenne), hanem — a forgó tengely hatására — valamennyi egyenletesen kopik és így a felület a kopás okozta méretnagyobbodás közben nem változtatja minőségi értékét. Ezáltal a súrlódási tényező értéke változatlan marad. Nem helytálló tehát az az általános feltevés, hogy az üvegcsapágy alkalmazásánál a berágódás hamarabb következik be, mint a fémcsapágyaknál.

4. A tengelyről megállapítható, hogy annak futófelületén semmiféle berágódási nyomok nem láthatók, a felület minősége javul, tükrösebbé válik.

A kísérleti eredmények igazolják azt a feltételezést, hogy — a színesfémek és ötvözött acélok megtakarítása céljából — üveganyagból is készíthetők és alkalmazhatók olyan szerkezeti részek, ahol nem áll fenn erős mechanikai igénybevétel (ütés, rázás, berezgés stb.). Magas fordulatszámú futó tengelyek csapágyazásánál — a felületi terhelés ismeretében megállapítható az a melegezési határérték, ameddig az üzembiztonság veszélyeztetése nélkül üvegcsapágyat használhatunk. Az üvegcsapágy tehát megfelelő helyen, helyes szerkezettel, jó kivitelezéssel, a szerelésnél való kellő óvatosság mellett sok helyen beválna.

Feltétlenül jó eredmény várható ott, ahol a gép járatása nem állandó, hanem gyakran szünetel. A rövid tartamú járatás, még nagy csapágynyomás esetében sem melegíti fel a megengedett hőfok fölé a csapágyat, a csapágy a szünetekben lehülhet és így rossz hővezető képessége nem okoz nehézséget.

Olyan helyeken, ahol nagy fordulatszámú kell számolni és a gép járatása állandó, a rossz hővezetőképeséget nagy kenőolajmennyiséggel, vagy cirkulációs hűtőmegoldással lehet áthidalni.

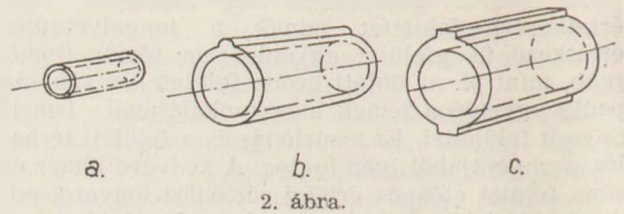
Az üvegcsapágypersely nagy vegyi ellenállása miatt sikeresen alkalmazható vegyi gyárakban, a textilipar festő, fehérítő üzemeiben, valamint mosodákban és mindazokon a helyeken, ahol a csapágypersely savas-, vagy egyéb maróanyagok hatásának van kitéve. Az üveg magas hőmérsékletre és általában nagy hőfokváltozásokra nem olyan érzékeny, mint a színesfémek (pl. a bronz hőtágulási együtthatója 17.5, az üvegé 8), így a besülés veszélye kisebb. Olyan helyeken tehát, ahol a gép, vagy a szerkezet hőfokingadozása tág határok között mozog, a tengely és csapágypersely között (vagy pl. hidraulikus szerkezetnél a henger és dugattyú között) f i n o m a b b i l l e s z t é s t adhatunk, mint fémperselynél.

A fentiek alapján megállapítható, hogy az üvegcsapágypersely megfelelő helyen alkalmazva nem tekinthető kényszermegoldásnak, mert kényessége (törekenysége) mellett sok jó mechanikai tulajdonsága van, előállítás (megmunkálása) tömeges gyártás esetén nem költségesebb a színesfémcsapágyperselynél.

Az üvegcsapágyperselyek kiképzése és szerelése:

Az üvegcsapágyperselyeket a csapágyházban tökéletesen kell biztosítani elmozdulás ellen mind axiálisan, mind radiálisan. A színesfémcsapágy-

perselyek rögzítési módzatai üvegperselynél nem alkalmazhatók és ezért az üvegperselyt úgy kell kiképezni, hogy elfordulás ellen külön rögzítőelem (csavar, csap) nélkül is biztosítva legyen. Különösen fontos a radiális biztosítás, mert a legkisebb elmozduláskor is bekövetkezhet a törés; ($\varnothing 6$) tengelyméretig a csapágypersely készülhet egyszerű csóalakban (2. kép „a” ábra) és azt „Hermetik” ragasztóanyaggal bekenve helyezzük a csapágyházba vagy furatba.

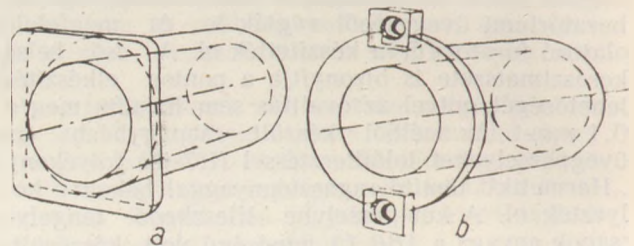


2. ábra.

Közepes ($\varnothing 6 - \varnothing 12$) tengelyméretig a csapágyperselyt átfordulás ellen egy a paláston tengelyirányban végigfutó félkör-keresztmetszetű gerinc biztosítja (2. kép „b” ábra). $\varnothing 12$ -n felüli tengelyméretnél a csapágypersely helyzetét az előbbihez hasonló, de kétgerincés kiképzés biztosítja (2. kép „c” ábra). A perselyt mindhárom esetben toló illesztéssel (H6) helyezzük a H7 alaplyukrendszer szerint elkészített furatokba. A peremes csapágyperselyek is jól biztosíthatók elfordulás ellen. A négyszögletes peremű perselyt (3. kép „a” ábra) az ugyancsak négyszögletes süllyeszték (4. kép „a” ábra) biztosítja elfordulás ellen.

Ha a perem nem süllyesztett, akkor a csapágyperselyt a perem két bevágásába helyezett és csavarokkal lefogott fiber- vagy bakelit-lapkák biztosítják a fordulás ellen (3. kép „b” ábra).

A biztosítás másik módját mutatja a 4. kép „b” ábrája.



3. ábra.

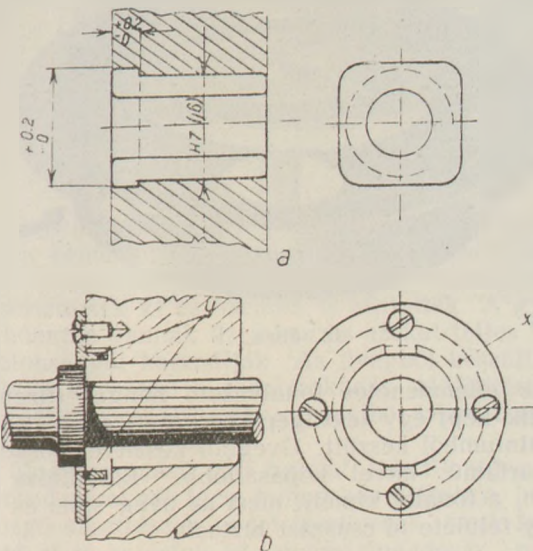
Itt egy vaslemezről préseléssel készült tárcsa („x”) rögzíti a csapágyperselyt. Radiálisan olyképpen, hogy a tárcsa körmel („y”) benyúlnak a csapágyperselyperem bevágásaiba, axiálisan olyképpen, hogy a csapágypersely-perem egy részét takarja. A tárcsa csavarokkal van lefogva.

Bármelyik megoldásnál a perselyek furattal érintkező részeit beszerelés előtt a már említett „Hermetik” ragasztótömítő anyaggal kell bekenni! Ez azért szükséges, hogy a csapágypersely teljes felületével tökéletesen felfeküdjék, tehát a csapágypersely tökéletesen „beágyazódjék”.

E néhány példából látható, hogy az üvegcsapágyperselyek is jól rögzíthetők.

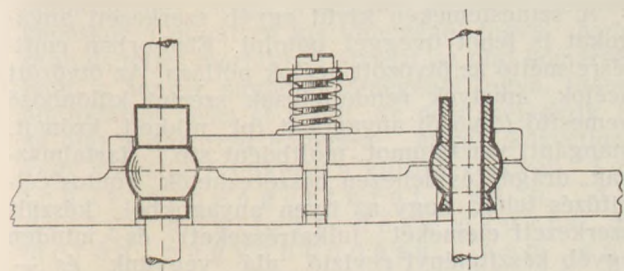
Az üvegcsapágyperselyeket a színesfémcsapágyperselyekhez hasonlóan olajhoronnyal és olajozó furattal kell ellátni. Az üveg nemcsak mint

csapágy tudja pótolni a színesfémeket, hanem a finommechanika különböző ágaiban, a textil-, armatúraiparban, mérőtechnikában és olyan színesfém és ötvözött acélalkatrész található, amelyek — a fellépő igénybevételek kiértékelése alapján — technikai üvegből is elkészíthetők lennének, másrészt a felhasználásra kerülő technikai üveg összes fizikai tulajdonságainak megállapítása szükséges.



4. ábra.

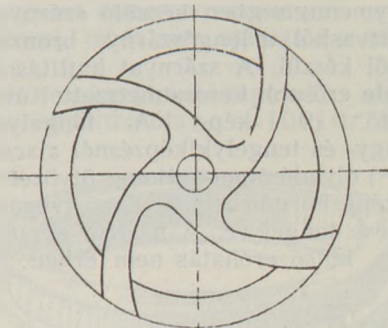
Az alábbiakban néhány konkrét példával rávilágítok a színesfém és ötvözött acél pótlásának lehetőségére. A kiragadott elemek (alkatrészek) mind nagy mennyiségben készülnek és így azoknál nagy megtakarítás érhető el. A megtakarítás egyes daraboknál nemcsak az anyagban mutatkozik, hanem — a technológiai eljárás egyszerűbb volta révén — bérben is.



5. ábra.

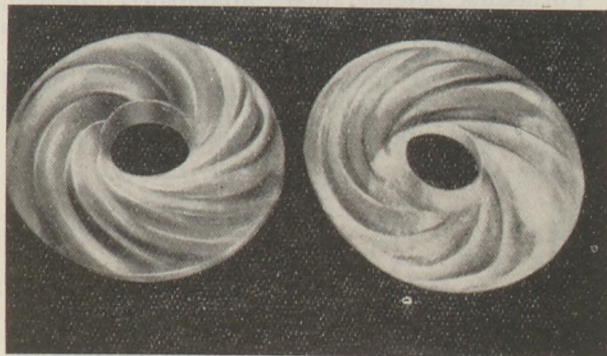
A szelfaktor rendszerű fonógép orsóscsapágyazása (ötödik kép) olyan előnyös kivitelű (gömbfelületű önbeálló), hogy annál inkább kínálkozik az üvegből készítésre, mert nincs kitéve befoszulásnak, ami repedésre, saroklepatogzásra vagy törésre vezethetne. A szíjhajtás okozta csapágyfelület-terhelés értéke ($1 - 2 \text{ kg/cm}^2$) sem oly nagy, hogy az — üvegcsapágy alkalmazásánál — nagy melegeledést idézne elő, tehát a rossz hővezetőképesség nem jut érvényre. E csapágyak eddig bronzból készültek. A Magyar Posztógyárban a közeljövőben fogják kikísérletezni az üvegből készült csapágyakat.

Kisméretű centrifugál szivattyúk lapátkerekei bronzból, vagy sárgarézről készülnek (hatodik kép).



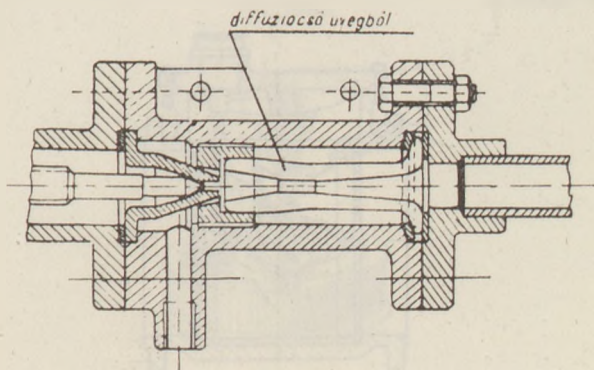
6. ábra.

Aluminiumból is készítették, de nem megfelelő, mert pl. a szerszámgépeknél használatos szivattyúknál a hűtővíz (szódás olajemulzió) gyorsan megtámadja. Újabban a „Dinamo” elektromotorgyár műanyagpréssorból készíti. Üvegből készítve olcsóbb lenne (műanyagnál is), nem korrodálna, síma felületénél fogva a folyadéksúrlódás csökken. Zárt helyen van, a lapátokra ható erő csekély (általában 4 m folyadékoszlopmagasság), külső erőhatás a szerkezetenél fogva nem érintheti (hetedik kép).



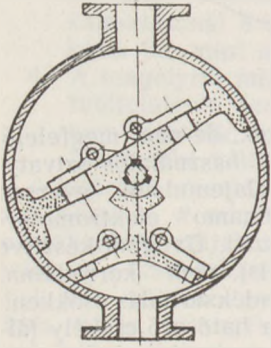
7. ábra.

Különleges armatúraiparban fűvórészek, belső szerelvények stb. bronzból, sárga- és vörösrézről készülnek. Olyan helyeken ideális anyag az üveg, ahol úgyszólván igénybevitel nincs, csupán áramlás (víz vagy gőz). (Nyolcadik kép). Nem korrodál, gyorsan áramló, légnemű vagy cseppfolyós anyagok áramlási hatásfokát növeli, előállításuk olcsóbb, mert a préselt üvegalkatrészek semmiféle megmunkálást nem igényelnek.

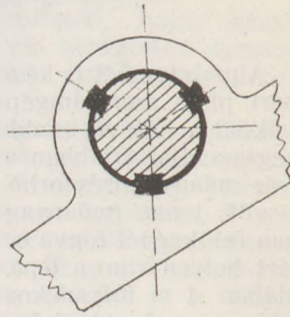


8. ábra.

A nagymennyiségben készülő szárnyszivattyúk háza öntöttvasból, a lengőszárny bronzból vagy sárgarézből készül. A szárnyat hajlításra veszik igénybe, de erősebb keresztmetszettel üvegből is elkészíthető. (9. kép.) A tengelyreerősítés hornyos agy- és tengelykiképzésnél alacsony hőfokon (320°) olvadó ólom-antimon ötvözzel történhet (10. kép). Forgómozgást végző üvegalkatrészek fix rögzítése tengelyre. A házban a szárny teljesen védett, külső erőhatás nem érheti.

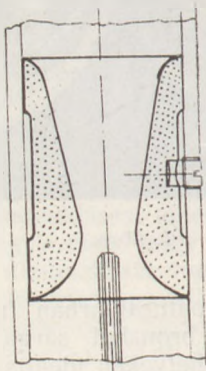


9. ábra.



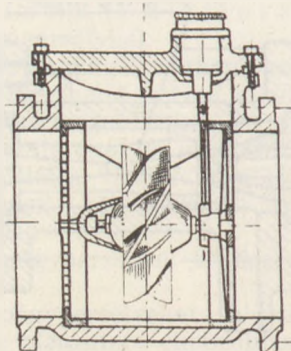
10. ábra.

Porlasztók betétdarabjai általában bronzból, újabban alumíniumból készülnek. Az alumínium gyorsan korrodál szeszelt kevert benzín hatására. Üvegből készítve jobb áramlást biztosít és mivel nem korrodál, a felület síma marad. Elhelyezése védett, külső erőhatás nem érheti. (11. kép.)



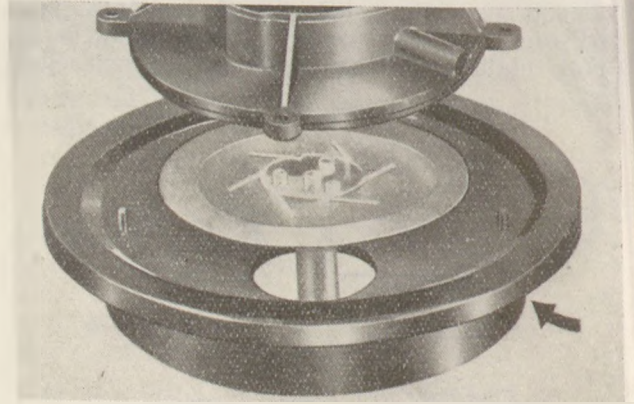
11. ábra.

Nagy pontosságú hidraulikus műszereknél az üvegalkatrészek síma, nem korrodáló felületekkel jó áramlást és megbízhatóságot nyújtanak. (12. kép.) (Voltmann-féle vízióra, a szárnyaskerék üvegből.)



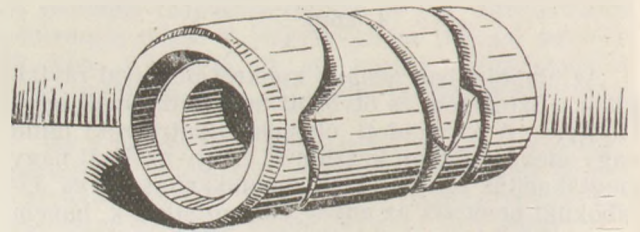
12. ábra.

Olyan elektromos műszereknél, amelyeknél bizonyos alkatrésznek az áram hatásával szemben közömbösnek kell maradni (áramhatárolás) üvegből készíthető. (13. kép.)



13. ábra.

Az ellenmenetes fonalvezető henger (tizenegyedik kép) egy textilgép szerkezeti elem. Eddig alumíniumból készült. Üvegből készítve, hosszabb élettartamú, mivel kopásállóbb. Előállítás olcsóbb, a fonalat kíméli, mert az üveg síma és kemény felülete jó csúszást biztosít.



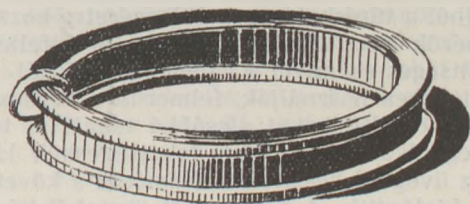
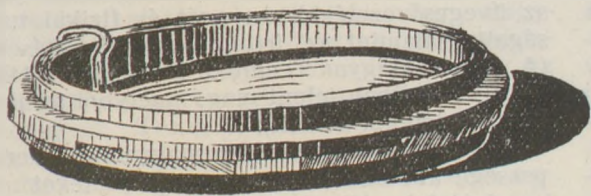
14. ábra.

A színesfémeken kívül egyéb szerkezeti anyagokat is lehet üveggel pótolni. Elsősorban említésre méltó az ötvözött acélok pótlása. Az ötvözött nemesítő (ötvöző) anyagokat (pl. nikkelt, krómot, mangánt, vanádiumot, molibdént stb.) tartalmaznak, drágák és nehezen beszerezhetők. Fontos célkitűzés tehát, hogy az ilyen anyagokból készült szerkezeti elemeket (alkatrészeket) és minden egyéb készítményt revízió alá vegyünk és amennyiben lehetséges — más anyagokból készíttessünk el. Az említett nemesacél anyagokból még kis mennyiség is nagy megtakarítást jelent.

Az alábbiakban említésre kerül néhány olyan közismert szerkezeti elem és mérőeszköz is, amelyek ötvözött acélanyagból készülnek, de üvegből elkészítve is megfelelnek a célnak, sőt egyesek — amint látni fogjuk — előnnyel is rendelkeznek.

A textiltárgyártásnál a gyűrűs fonógépek gyűrűi (tizenötödik kép) ötvözött acélanyagból készülnek. Előállításuk költséges, mert a) külföldi anyagból készültek, b) a megmunkálási idejük hosszú, mivel rúdanyagból kell kimunkálni (nagy forgácsolási veszteséggel), c) edzésnél nagy a selejtszázalék, mert az átmérőhöz viszonyítva a keresztmetszet kicsi és az elhűződés könnyen bekövetkezik, d) csiszolási nehézség (különböző profilkövek szükségessége, kívül-belül köszörült felület). Példaképpen megemlítendő, hogy egy $\varnothing 48$ mm méretű fonó-

gyűrű önköltségi ára hozzávetőlegesen 30.— Ft. Nagyobb átmérőjű gyűrű ára aránytalanul magasabb, mivel az átmérőnövekedés nemcsak a megmunkálási időt növeli, hanem az anyagvesztést is (forgács).



15. ábra.

E gyűrűkből 250 db-ot gyártottak le kísérleti célra keményüvegből fémformába préselt kivitelben. A gyűrűket a csepeli Magyar Posztógyárban kísérletezték ki és üzembe is állították. A gyűrűk 6 hónapja vannak üzemben és azokat teljes üzembiztonsággal használják. Az üvegből készült gyűrűknél kevesebb a fonalszakadás, előállításuk lényegesen olcsóbb, s így az acélból készült gyűrűk méltó versenytársa.

Magasnyomású (50 kg/cm² feletti) hidraulikus berendezéseknél igen fontos követelmény, hogy a mozgó alkatrészek is jól tömítsenek. Csak így érhető el jó hatásfok és nyomásingadozás nélküli üzembiztonság. A henger (furat) és dugattyú közötti illesztési hézag ilyen berendezéseknél 0,003, 0,005 mm. Ez az alacsony illesztési (tűrési) érték a felmelegedési határt üzem közben a minimálisra csökkenti. Ha ugyanis bármilyen oknál fogva (szerkezeti hiba, nem megfelelő viszkozitású olaj, szívárgás okozta kisebb olajmennyiség) erősebb felmelegedés következik be, akkor a dugattyú és a furat közötti hézagérték a hőtágulás következtében csökken és a dugattyú aránylag nem magas hőfoktúllépés esetén is teljesen beszorul. Felmelegedéskor a dugattyú kis tömegénél fogva hamarabb és teljes mértékben átveszi az olaj hőmérsékletét, a henger nagyobb tömegénél fogva, időbeli eltolódással veszi át a hőt, de nem melegszik fel az olaj a dugattyú hőfokára, mivel közvetlenül vagy közvetve érintkezik a külső levegővel. Így tehát a hengerfurat és a dugattyú hőkiterjedése okozta átmérőnővekedés nem egyforma, hanem a dugattyúé nagyobb, ennél fogva a 20° C-ra értendő (eredeti) hézagérték a hőfokemelkedéssel csökken és egy bizonyos hőfokértéknél megszűnik.

A hidraulikus berendezéseknél használatos kisebb méretű mozgató és vezérlő dugattyúkat króm-ötvözésű acélananyagból (Cr. 100.64) készítik. Ennek az anyagnak a lineáris hőkiterjedési együtthatója $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}$.

Ha 20° C-nál a dugattyúátmérő 30,105 mm, és feltételezzük, hogy az olaj hőfoka 20° C-ról 60° C-ra emelkedik, úgy az átmérőnövekedés:

$$\begin{aligned} dx &= 30,105 \cdot [1 + 0,000010 (60^\circ - 20^\circ)] \\ &= 30,105 \cdot (1 + 0,0004) \\ &= 30,105 \cdot 1,0004 \\ &= 30,117 \\ &= 30,117 - 0,105 = 30,012, \text{ azaz} \\ &= 0,012 \text{ mm} = 12 \text{ mikron} \end{aligned}$$

Ilyen értékű átmérőnövekedésnél a dugattyú már beszorul, tehát nem ajánlatos a 60° C-t elérni.

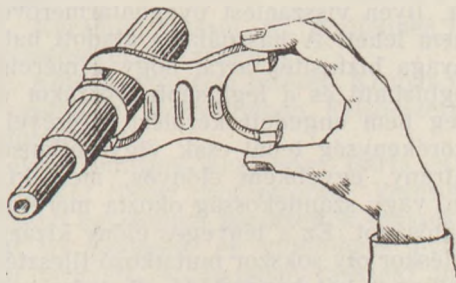
Ha olyan anyagot választanánk, amelynek a hőtágulási együtthatója $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}$ értéknél ki-

sebb, úgy az említett hézag (tűrési) betartása mellett a megengedhető üzemi hőfok magasabb lehet (kevesebb olajmennyiség szükséges) és a dugattyú beszorulási veszélye az előbbinél magasabb hőfoknál következne csak be, tehát az üzembiztonság nagyobb.

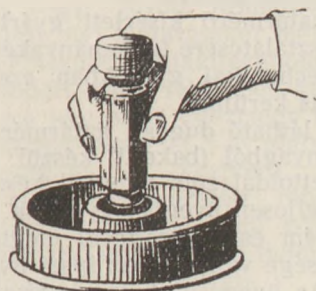
Ideális anyag lenne pl. az iridium, amelynek α értéke csak $6,5 \cdot 10^{-6}$, de ez gyakorlatilag nem jöhet számításba. Számításba jöhet azonban egy olyan összetételű üvegfajta, amelynek a hőtágulási együtthatója egyenértékű az iridiuméval.

Az üveg a dugattyúra ható magas nyomásnak is ellenáll, mivel nyomási szilárdságának a határértéke — üvegfajtánként változóan — 60—120 kg/mm² között van. Mechanikai erőhatás (ütés) sem éri az üvegdugattyút, mert hidraulikus szerkezetnél a dugattyúra kizárólag folyadéknyomás hat. A fentiek alapján lehetséges volna üvegből készült hidraulikus mozgató a vezérlő dugattyúk alkalmazása — és az anyagtakarékoságon felül — magasabb megengedhető hőfok mellett is — a dugattyú beszorulásának veszélye nélkül az ideális tűrési hézag betartható és jó hatásfok érhető el.

Tömeggyártásnál a méretellenőrzéshez használatos villás határmérők vagy csapmérők (16. kép)



16. ábra.



17. ábra.

külső méret méréséhez (és dugós határmérők vagy kaliberek) (17. kép) (belső méret, furat méréséhez) általában AC 10,61 anyagból készülnek.

Különleges esetekben krómötövezésű acélokból kisebb méretűek is készülnek. A határmérőket a mérőfelületek kopása után krómozással javítják, azaz újból a tűréshatáron belüli méretre hozzák. A határmérők készítése és javítása (krómfelhasználás) költséges és mivel a tömeggyártásnál nagy mennyiségben használják, felmerült a kérdés, nem lehetne-e előállításukat olcsóbbá tenni? A technikai üveg alkalmazása itt is lehetségesnek látszik, mert az üvegből készített határmérők a követelményeket kielégítik. A határmérők üvegből készítése első megítélésre talán bizarrul hat, de alapos kiértékelés után megállapítható, hogy egyenértékű lehet az acélból készült határmérővel, mert:

a) az üvegből készült határmérők előállítási költsége alacsonyabb, mint az acélból készülté.

b) felületi keménységük egyenértékű az edzett acélfelülettel. Hátránynak látszik törékenységük, de nem hagyható figyelmen kívül, hogy elvileg az acélból készült határmérőket is óvni kell erős ütéstől, vagy földreejtéstől. Ha egy dugós határmérő kemény tárgyhoz, vagy földhöz (kőhöz, betonhoz) ütődik, kicsorbul, villás határmérőnél ezenfelül még a méret is megváltozik. Finommechanikai üzemekben a határmérőket használó dolgozók eleve feltételezett kézfínomsága és a mérőeszközökkel való helyes bánásmód közömbösíti tehát a törékenység feltételezett veszélyét.

Az üveg-határmérő használatának igen lényeges előnye, hogy a mérés hitelesebb, megbízhatóbb az acélból készült határmérőkkel mérésnél. Gyakorlati tapasztalatok szerint ugyanis előfordulhat, hogy az acélból készült határmérő mérete használat közben megváltozik. A méretváltozást előidézhetheti véletlen ütés, vagy földreejtés, de történhetik az szándékosan is egy elrontott munkadarab lelkiismeretlen leplezése céljából is olyképpen, hogy a villás határmérőt összenyomják vagy szétnyitják aszerint, ahogy azt az elrontott munkadarab megkívánja. Ilyen visszaélést üveghatármérővel elkövetni nem lehet! A használatra átadott határmérő üveganyaga biztosíték arra, hogy a méretellenőrzés megbízható és a legkisebb erőszakot és minden meg nem engedett kezelést törésével árulja el. A törékenység tehát csak vigyázatlanság mellett hátrány, egyébként előnyös, mert kizárja a véletlen, vagy szándékosság okozta méret-megváltoztathatóságot. Ez a lényeges előny kizárja majd a szereléskor oly sokszor mutakozó illesztési hibákat, amikor két kapcsolódó alkatrész azért nem megfelelő, mert a méretellenőrzés elváltozott méretű határmérővel történt.

Az üveg-határmérő kísérleti gyártása a cseh-magyar tapasztalatcsere folyamányaként megindult és a finommechanikai gyárakban ezek rövidesen használatba is kerülnek.

Az ábrán látható dugós határmérő nyélrészre présor-műanyagból (bakelit) készül. A jó oldal fehér, a selejtoldal zöld üvegből készül. A villás határmérőt teljesen üvegből gyártják.

A színesfém és ötvöztettacél megtakarításában nagy jelentősége van még az ipari üvegcsővezetékeknek is. Az üvegcsőnek ipari vezeték céljaira történő felhasználása mind nagyobb tért hódít. Kémiai korróziónak kitett helyeken az üvegből ké-

szült csővel pótolni lehet a ma drágán és nehezen beszerezhető ólom- és savállóacél (krómmal ötvözésű) csöveket. Ezt bizonyítja dr. Borsodi Lóránd: „Az üveg felhasználása saválló acél és ólom helyett kémiai korróziónak kitett helyen” című értekes cikke, amelyben részletesen ismerteti az üvegcsővezetékek anyagát és fizikai tulajdonságait, valamint az üvegcsővezeték-kötéseket is. (A cikk a Magyar Technika c. folyóirat 1952. év I—II. számában jelent meg, amelyből az alábbiakban részleteket közlök):

Az üveg általános, igen magasfokú ellenállóképessége alkalmassá teszi a csővezetéket számos korrózió folyadék tárolására, illetve továbbvezetésére, ideértve minden savat (kivéve a fluorhidrogént), az összes lúgokat, kivéve az igen tömény nátron- és káliumlúgot magas hőmérsékleten. A korrózió elmaradása következtében a csővezeték nem szennyezi az anyagot. Az üveg felülete síma és kemény, tapadási képessége kicsiny. Ennek következtében könnyen lehet tisztítani, lerakodás (vízkő stb.) egyáltalán nem, vagy kis mértékben képződik, ez viszont nehézség nélkül eltávolítható. Az üvegcsővezeték könnyen és gyorsan sterilizálható.

Az a lehetőség, hogy a folyadék haladását a csővezetékben látni és követni lehet, igen komoly előnyt jelent egyrészt a hibaforrások megkeresésénél, másrészt az üzemeltetés közben bekövetkező hibák kijavításánál. Különösen előny az átlátszóság még mindazokon a helyeken, ahol a folyadék mennyiségét, tisztaságát, zavarodásmentességét egyébként igen bonyolult berendezésekkel kellene ellenőrizni.

Az üveget -18°C -tól $+250^{\circ}\text{C}$ -ig lehet használni, sőt egyes különleges esetekben magasabb hőmérsékletet is kibír.

Az ipari üvegcsövek aránylag könnyű fajsúlyúak (mint az alumínium), könnyen felszerelhetők és a beruházási költség is igen alacsony, ha összehasonlítjuk más korrózióálló (ötvözött acél) csövekkel.

Nem hanyagolható el az az előny sem, hogy nyersanyagbázisa — a zöld palacküveg minőségét tekintve — teljes egészében hazai viszonylatban biztosítható.

Az üvegcsövek felhasználása csővezeték céljaira a legkiválóbban és legelterjedtebben — az egészségügyi követelmények miatt — az élelmezési iparban történt meg. Különösen a paradicsomkészítmények, ecet- és ásványvizek esetén. A gyümölcsle-iparnak az eddig felsorolt előnyökön kívül azért kell üvegcsöveket használni, mert az üvegberendezés megszünteti a fémes szennyeződés veszélyét, ami az egészségre igen ártalmas és a színt, zamatot és vitamintartalmat is károsan befolyásolja.

Hasonló előnyökkel jár az üvegcsövek használata az erjedésiparban, a bor- és a tejiparban is.

De nemcsak folyékony, hanem szilárd anyagok továbbítására is használnak üvegcsővezetéket. Újabban kezd elterjedni a malmokban is, ahol a sokféle őrlemény mennyiségileg és minőségileg az üvegfalon keresztül jól megfigyelhető. (Csehszlovákiában igen sok malomban bevezették: Brovál József csehszlovák mérnök akadémiai előadása nyomán.)

A fenti példákból látható, hogy a színesfém és ötvöztettacél pótlási problémájának megoldásában

az üvegyagnak is jelentős szerepe van. Számos szerkezeti elemet lehet üvegből elkészíteni úgy, hogy a követelményeket kielégítse.

A színesfém pótlása az üvegtechnikát vegyészeti és technológiai vonalon egyaránt új feladatok elé állította. A megfelelő összetételű, magas hőfokot, mechanikai igénybevételeket, vagy nagykopásállóságot bíró speciális üvegfajtákkal való kísérletezés világszerte folyik, mert felismerték az üveg jelentős szerepét a technika különböző ágai-ban. Lebegyev, Troopov, Tudorovszkaja, Botvin-kin és a többi neves tudós üvegszakember eredmé-nyes kutató munkája is bizonyítja, az üvegyag-

gal való foglalkozás fontosságát. Az imperialista államokban is, ahol egyelőre még nem probléma a színesfém pótlása, ugyancsak foglalkoznak üveg-ből előállítható különleges technikai készítmények gyártásával. A színesfém pótlás problémájának ilyenirányú leküzdésében az üvegszakembereknek együtt kell haladniuk a finommechanika, a hír-adástechnika, a hidrotechnika stb. szakembereivel, mert komoly eredményeket csak így lehet elérni.

Ki kell kutatni és ki kell érté-ke lni az üvegből készíthető ele- meket, hogy azokat az üvegszak- em berek elkészíthessék.

Csehszlovákiai tanulmányutunk tapasztalataiból

NAGY DEZSŐ

Ez év nyárelején Minisztériumunktól azt a megtisztelő megbízatást kaptuk, hogy 2 hetes csehszlovákiai tanulmányút keretében látogassuk meg az ottani szilikát-kutató intézeteket és tanulmányozzuk a csehszlovák építési kötőanyag- és cementipari intézetek összes szakmai problémáit.

Az volt a feladatunk, hogy megismerjük a cseh-szlovákiai kísérletek és kutatások eredményeit, ugyanakkor tapasztalatokat szerezzünk e kutatások eredményes gyakorlati felhasználásáról. Ezeket a tapasztalatokat hasznosíthatjuk hasonló, hazai intézeteink szervezésének előbbrevitelére és kutatási problémáinak megoldására.

Iparágunk módszeres műszaki fejlesztése el sem képzelhető haladó kutatás nélkül, amelynek a cél érdekében egyetlen alkalmat sem szabad elmulasztania.

Mi, — cementtechnikusok — természetesen elsősorban az építőipari kötőanyagok (mész, ce-ment, gipsz) problémáival foglalkoztunk és — amint e tanulmányunkban később részletezni is fogjuk — meggyőződünk arról, hogy a csehszlo-vák építési kötőanyagipar problémái, tehát a kutatások és kísérletek tárgyai, nagyjában hasonlóak a magyarországi kötőanyagipar problémáihoz.

A két ország 5 éves terve ugyanazokat a fel- adatokat írja elő az építőanyagipar számára, nagy mennyiségű és különféle tulajdonságú, de jó mi- nőségű építőanyag előállítását, mégpedig hazai nyersanyagokból.

Ez a feladat elsősorban az építési kötőanyag- iparra vonatkozik és ezért rendkívül megszaporod- tak a szilikát-ipari és technológiai kutatások és kí- sérletek. A problémák megoldása ugyanis nem tűr halasztást.

I. A csehszlovák szilikátkutatás fejlődése

A második világháború előtt Csehszlovákiában Szilikátkutató Intézet nem volt. Az egyszerű, tech- nológiai természetű feladatokat az egyes gyárak és üzemek laboratóriumai, a tudományos jellegű feladatokat pedig az egyetemi tanszékek mellett működő laboratóriumok (intézetek) igyekeztek megoldani.

A szilikátkutatás önálló intézménnyé a második világháború után fejlődött. 1946-ban alakult meg az első Szilikáttechnológiai Intézet Kallauner pro-

fesszor vezetésével. Hely és felszerelés hiányában a sorban megalakuló szakmai kutató laboratóriu- mok az egyetemek mellett folytatták működésü- ket mindaddig, míg megépítették és felszerelték az új intézményeket.

Szilikát-kutatással jelenleg a következő inté- zetek foglalkoznak:

A) A Tudományos Akadémia felügyelete alatt: Elméleti és Alkalmazott Mechanikai Intézet, Hacar professzor vezetésével Prágában.

B) A Felsőoktatási Minisztérium felügyelete alatt:

1. A Műszaki Főiskola Szilikáttechnológiai Tanszékének Intézete, Bárta professzor ve- zetésével Prágában.

2. Építőanyagipari Főiskola Szilikáttechnoló- giai tanszékének Intézete, Kallauner profesz- sor vezetésével Brünben.

3. Kémiai Főiskola Szilikáttechnológiai tan- széke Matejka és Figus professzorok vezeté- sével Pozsonyban.

C) Építőanyagipari Minisztérium felügyelete alatt:

1. Kerámiai Intézet, ifj. Kallauner igazgató vezetésével Brünben.

2. Kötőanyagkutató Intézet, Krupár igazgató vezetésével, Szlovákiában, Felső-Szernyén. Horne-Srnie.

E helyen említjük meg, hogy Bárta és Kallauner, valamint Hacar professzorok kérésünkre a legnagyobb készséggel ismertették tanszékeik tan- menetét, az általános és különleges évfolyamok szakmai tárgyait és általában tanszéki intézeteik szervezetét.

A szilikátipari teljes alapkutatásokat a Kerá- miai Intézet végzi, Brunn Komarov nevű külvá- rosában. 1946. évi alapításakor még az Építő- anyagipari Főiskola Szilikáttechnológiai tanszéke mellett működött, csak 1949-ben került jelenlegi helyére és ma is e nagy intézmény központja.

Ezt a hatalmas intézetet 5 év alatt mintegy hat- szor szervezték át és központi laboratóriuma (Brünben) csak 2 évvel ezelőtt rendezkedett be cementkutatásra is. Ez a brünni központ jelenleg 80 fővel dolgozik, ebből 18 fő tudományos, 10 fő pedig adminisztratív munkatárs.

Jellemző e központi intézet gazdasági felszere- lésére, hogy brünni laboratóriuma mintegy 80 db

normál méretű platinatéggel rendelkezik, ami nagy mennyiségű, pontos és gyors analízisek elvégzését teszi lehetővé.

E központ az alábbi osztályokból áll:

- Analitikai osztály.
- Fizikó-kémiai osztály.
- Cement osztály.
- Kerámiai osztály.
- Kőanyag (és máz) osztály.
- Nyers- és egyéb anyagok osztálya (gran kohósalak stb.).
- Technológiai, technikai osztály.
- Adminisztratív osztály.

A brünni központon kívül ennek a Kutató Intézetnek az országban több elszórt részlege van, így: Königsfeldben (Brünn mellett) a téglarészleg (31 fő, ebből 7 mérnök).

Prágában kő-, kavics- és homokrészleg.

Budweissben (Bolovánni) szigetelőanyag-részleg (kovaföld stb.).

Karlsbadban általános szilikátipari-nyersanyag részleg.

Rakovniczban cementmozaik-lap, cementáru részleg.

Mélyfúrásokkal foglalkozó kutató részlegek a nagyobb fúrások helyén.

A brünni központi Intézet koordinálja az egyes részlegek munkáját, kiadja és ellenőrzi a kutatási problémákat és műszaki, valamint minőségi ellenőrzést gyakorol az egyes részlegeken keresztül a megfelelő iparág üzemeivel kapcsolatos laboratóriumok fölött.

Az Építőanyagipari Minisztérium másik kutató intézete a Horne-Srnle-i Kötőanyag Kutató Intézet 1951. január 1-én kezdte meg működését. Szervezése már 1948-ban megkezdődött Figus professzor vezetés alatt, akit azonban a pozsonyi Kémiai Főiskola Szilikástechnológiai tanszékére neveztek ki, s így a Kötőanyag Kutató Intézet vezetését Krupár vegyész mérnök igazgató vette át, aki jelenleg is vezeti azt, Krupár már Figus professzor vezetés alatt is részt vett és igen eredményesen közreműködött az Intézet kiépítésében, megszervezésében, berendezésének és felszerelésének megtervezésében és utóbbinak operatív kivitelezésében. Így sikerült még az épület felépítése alatt beszerezni a felszerelést, berendezést és a műszerek legnagyobb részét úgy, hogy az épület elkészülése után néhány hónapon belül megkezdheték a kutatómunkát.

Ennek az intézetnek, mint a szlovákiai Központi Kutató Intézetnek egyik részlege Nyitrán működik, ahol 3 kutatómérnök megfelelő segédszeméllyel foglalkozik az azbesztcement-gyártmányokkal kapcsolatos gyártásellenőrzési problémákkal.

A Központi Kötőanyag Kutató Intézet az ottani aknakemencés cementgyár tőzomszedságában működik, az üzem költségével adódó előnyök kiaknázása céljából s egymás kölcsönös kisegítésére.

A központ 20, a nyitrai részleg pedig 3 laboratóriumi helyiséggel rendelkezik. Technikai műhelye még nincs teljes egészében kifejlesztve, ezidőszent inkább csak a műszerek és precíziós készülékek összeállításával, felszerelésével és javításával kapcsolatos finomabb műszerész munkákkal foglalkoznak. A nagyobbszabású lakatos- és gépész munkák elvégzését az üzem mechanikai műhelyére bízzák.

Érdemes feljegyezni ez Intézet fejlődésével és szervezésével kapcsolatos létszámadatokat.

1951. é v b e n :

7 kutató

11 adminisztratív

21 műszaki és segéd munkás alkalmazott.

1952. é v b e n :

10 kutató, ebből a Nyitrán meginduló részlegben 3.

7 adminisztratív, Nyitrán ezek közül 1, 26 műszaki és segéd munkás alkalmazott.

1953. é v b e n :

9 kutató (1 orosz mérnök eltávozott). Ebből Nyitrán 3,

7 adminisztratív. Ebből Nyitrán 1, 32 műszaki és segéd munkás alkalmazott.

Érdekes, hogy az adminisztratív személyzet létszáma csökkenthető volt, mégpedig az adminisztrációs munkák racionalizálása, és a személyzet jobb begyakorlása, illetve szakmai haladása folytán.

A minisztérium által jóváhagyott tervük szerint ezévből még 7 kutatómérnököt vehetnek fel. Nagy problémájuk azonban a lakáskérdés, melynek megoldására még 12 lakást építenek.

A személyzet fele nő-alkalmazott; a kutatók között is két nő van.

A központi laboratórium berendezésének, bútor-, műszer-, gépl- és egyéb felszerelésének értéke 9 millió Kcs (1953. VI. 1. előtti, tehát a pénzreform előtti pénzérték adatok, amikor is 1.— forint értéke hivatalosan 4.25 Kcs volt). Vegyszer, üveg, porcelán, platina stb. anyagok értéke 2,5 millió Kcs.

Az épület értéke mintegy 14 millió Kcs.

Az épületnek kb. a fele a cementgyár használatában van.

II. A kutató intézetek feladatai

A csehszlovák szilikátkutató intézetek feladatai teljes egészében ipari vonatkozásúak. Tudományos elméleti kérdésekkel csak olyan mértékben foglalkoznak, amilyen mértékben a tudományos kutatás alapfunkciójaként szerepel és amennyiben ipari kutatási programjukhoz szorosan hozzátartozik.

Kutatási problémáik menetét, időrendjét, sürgősségi fokát, tehát az egész kutatás programját az alábbi néhány szempont figyelembevételével állították össze:

1. Függetlenítés a nyugati importtól.
2. Új iparági nyersanyagok feltárásának, felkutatásának elősegítése, a kipróbált nyersanyagok bevezetése.
3. Új gyártás-technológiák kidolgozása és a régi technológiai menet állandó figyelése, ellenőrzése és racionalizálása.
4. Egészen új gyártási eljárások kidolgozása és bevezetése, pl. lebegtető égetési eljárás.
5. Figyelemmel kísérni az iparág összes üzemének helyzetét, ezek műszaki és minőségi ellenőrzése, szakmai, szellemi irányítása és kölcsönös segélynyújtás az üzemekkel.
6. Ipari szabványok kidolgozása a szakminisztériumokkal egyetértésben.

E feladatokkal kapcsolatban megjegyezzük, hogy az iparági kutató intézetek vezetői szerint a kutató intézetet mind személyzetben, mind felszerelésben, mind pedig anyag- és vegyszer-fogyasz-

tásban rendkívül igénybeveszi az üzemek rendszeres havi ellenőrzése.

(Csehországban a Kallauner-Intézet, Szlovákiában pedig a Krupár-Intézet) havonként legalább egyszer megfelelő műszaki személyzettel felülvizsgálja az összes mész- és cementüzemeket és a nyersanyagokon kezdve — közben leellenőrizve esetenként és szükség szerint az egyes mérlegeket, súlysorozatokat, egyéb műszereket, mérődobozokat a roncsológépeknél, továbbá normálokat stb. — megfelelő átlag- és szűrőpróbát vesznek.

A mész- és cementgyárakon kívül természetesen hasonló és állandó ellenőrzést végeznek a nyersanyagkutatással és feltárással kapcsolatos fűrő és egyéb bányászati üzemeknél. Pl. a Kallauner-Intézetben büszkén mutatták, hogy utóbbi évben 4.000 fűrőmagot elemeztek analitikailag és petrográfiai, amelyek alapján az ipar igen nagy nyersanyagvagyonhoz jutott.

Ezek, az üzemekkel kapcsolatos ellenőrző vizsgálatok persze elég számottevő bevételt is jelentenek a kutató intézetek számára.

Ezek a havonként történő ellenőrző kiszállások igen alkalmasak a kutató intézeti osztályvezetők részére az üzem vezető-mérnökeivel való kapcsolat fenntartására — ahol szükséges, e kapcsolat intenzívebb kiépítésére — és a gyakorlati problémák megbeszélésére.

A kutató intézetek hatáskörét elsősorban az ipar igényeinek kielégítésével mérik.

A brünni Kerámiai Kutató Intézet főfeladata az — a hazai veszprémi Nehézvegyipari Kutató Intézet Szilikát-kémiai Osztályának munkájához hasonlóan, — hogy az iparág részére elvégezze a szükséges alapkutatásokat. Ha valamelyik alapítványt tudományosan megoldották, akkor azt átadják a megfelelő ipari központi kutató intézetnek, jelen esetben a felső-szernyei Kötőanyag Kutató Intézetnek, félüzemi kikísérletezésre. Az alapkutatási eredményeket a gyakorlat számára megfelelő technológiai előírások szerint igyekeznek mielőbb használhatókká tenni.

Utóbbi intézetben szükségesnek tartják, hogy mielőbb felállítsanak egy műszaki osztályt. Ennek feladata az elgondolások megvalósításával kapcsolatos tervek elkészítése lesz. Ugyancsak tervbe vették ebben a kutató intézetben egy üzemgazdasági osztály felállítását is, amely a kutatások gazdasági eredményeit előre kiszámítja és összehasonlíttja az üzemek önköltségével.

E két utóbbi kutató intézet felszerelése minden tekintetben igen gazdag és korszerű. Erre annál is inkább szükség van, mert a mészégetők és cementgyárak üzemi laboratóriumainak felszerelése nem mondható mindenütt kielégítőnek és ezt a hiányosságot mindkét kutató intézet úgy igyekszik pótolni, hogy a rendszeres ellenőrzési vizsgálatokon kívül is végeznek az üzemek részére vizsgálatokat, amelyeket az üzemek — felszerelés és megfelelő szakember hiányában — nem végezhetnek el, pl. differenciál-termo-analíziseket, röntgen-, elektronmikroszkóp- és egyéb különleges vizsgálatokat.

III. Kutatási módszerek

A kötőanyagipari kutatási módszerek terén — amint az a kutatás haladásával kapcsolatban más iparági kutatási területeken is történik — részben

felhagytak a régi, úgynevezett klasszikus analitikai eljárásokkal, amellyel párhuzamosan nagyszámú és szisztematikusan készített próbatestek (mechanikai) vizsgálatára szorítkoztak. Ámbár kétségtelen, hogy ez a klasszikus módszer pontos és rendszeres volt, azonban igen meglágyította a kutatás előrehaladását.

E mellett a bevált módszer mellett mind jobban alkalmazzák az olyan módszereket, amelyeknél a kutatási és vizsgálati munka lényege az, hogy — pl. heterogéncement esetében — alaposan és speciálisan kikutatják és megismerik az egyes nyersanyagok, illetőleg alkotóanyagok tulajdonságait. Így előre megállapítják, hogy ezeknek az anyagoknak megfelelő előkészítése, összekeverése és megmunkálása során milyen tulajdonságú anyagok keletkeznek. A fizikai-mechanikai vizsgálatokat csak ezeknek az eredményeknek ellenőrzésére használják.

Kutatási rendszerük a következő: minden egyes kutatási témának tudományos irányítója van — rendszerint az illető osztály vezetője — aki a téma adminisztrációját és a különböző különleges szakkutatók összehangolását is végzi.

Minden egyes tudományos munkatárs valamely vizsgálati módszernek specialistája is, a többi témák részére is ő végzi el a megfelelő különleges munkálatokat.

A szilikátiparág nyersanyagainak, félkész- és készgyártmányainak — valamint kiegészítő adalékanyagainak — vizsgálatára a következő vizsgálati módszereket használják:

1. differenciál-termo-analízis, DTA.
2. oldáshő és hidratációshő analízis;
3. széndioxidos keverés után történő diff.-termo-anal;
4. porozitás vizsgálat;
5. metilénkék- és ammoniák-adszorpciós vizsgálati módszer;
6. petrográfiai vizsgálat;
7. röntgen vizsgálat;
8. mikroszkópi vizsgálat;
9. elektronmikroszkópi vizsgálat;
10. spektrál-analízis;
11. kolorimetrikus analízis;
12. lángfotométer analízis;
13. törésmutató meghatározásán alapuló analízis;
14. ibolyántúli fényben történő vizsgálat;
15. infravörös spektroszkópia;
16. elektromos vezetőképesség meghatározása
17. ultrahang kísérletek és vizsgálatok;
18. ultracentrifugával történő vizsgálatok.

Amint már említettük a klasszikus, térfogatállósági, zsugorodási és kiterjedési, szemcsefinomsági szilárdítási, kopásellenállási stb. vizsgálatok is alkalmazást nyernek, természetesen az elmaradhatatlan klasszikus — bruttó — összetétel megadó — oldatanalízis mellett.

Fenti vizsgálati módszerek elvégzéséhez szükséges összes műszerek, kiegészítő felszerelések, segédanyagok és megfelelő fotográfiai felszerelés, valamint fotólaboratórium teszik teljessé és gazdaggá a két kutatóintézetet, amelyhez természetesen hozzátartozik még a gazdag könyvtár és a széles alapon gyűjtött dokumentációs anyag és a szükséges szakszemélyzet.

egészítve egyéb fizikó-kémiai vizsgálatokkal, együttesen adnak teljes képet. Komplex-vizsgálat nélkül teljes eredmény nem kapható.

A kovasavtartalom nagyobb mennyisége rontja a granulált kohósalakok minőségét — mert savanyúvá teszi azt. Újabb megfigyelések és vizsgálatok alapján bebizonyosodott, hogy igen finom őrlés esetén a minőségrontó hatás kiküszöbölődik; sőt igen fontos, előnyös tulajdonságokat is nyer a salak, mert a savanyú hidraulitok a szulfátos vizek agresszív hatásának tudvalevően jobban ellenállnak.

A savanyú kohósalakoknak kisebb ugyan a kezdő szilárdságuk, mint a bázisos kohósalakoké, de ezt a kezdőszilárdság lemaradást legnagyobbbrészt kiptólják.

A savanyú granulált kohósalakok hidratációs hője is alacsonyabb, mint a bázisos kohósalakoké. Ez is magyarázatot ad részben a kisebb kezdőszilárdságra.

Szilárdság, illetőleg CaO-tartalom alapján az alábbi gran. kohósalak-osztályokat különböztetik meg:

- I. osztály CaO-tartalom = 40%
- II. osztály CaO-tartalom = 41%
- III. osztály CaO-tartalom = 42%
- IV. osztály CaO-tartalom = 43%

Utóbbi évben a CaO-tartalom 36—49% között ingadozott, de e minimális és maximális határértékű mésztartalom egészen csekély mennyiségű kohósalakban fordult elő. A 43% fölötti CaO-tartalom, már nem minden esetben jelent minőségbeli javulást, mert mint a vizsgálatok alapján megállapítást nyert, a széteső granulált kohósalak — jelentékeny mennyiségű gamma-dikalciumszilikátot tartalmaz.

A granulált salak minősége tehát a fizikai és petrogáfiai állapot függvénye, de függ a minőség a CaO és Al_2O_3 -tartalom melletti szennyező részek, például CaS, MnS és MnO-tartalom befolyásától is. Különösen ez utóbbi szennyező rész nagyobb mennyisége van kedvezőtlen befolyással a térfogat állandóságára.

Az alumíniumoxid-tartalom kedvezően befolyásolja a kötési időt, sőt 18—20% Al_2O_3 -tartalom gyorskötést okoz. Ha nő az alumíniumoxid-tartalom, vele együtt nő az üvegeképződés lehetősége.

Alacsonyabb kovasav-tartalom esetén kevesebb alumíniumoxid-tartalom mellett érhetünk el azonos tulajdonságokat.

Megemlíthető még a kalciumoxid-tartalom növekedésével kapcsolatban, hogy 43% CaO-tartalom fölött nemcsak a kohósalak minősége romlik, hanem rendkívül megnehezedik a granulálás is.

Megjegyezték, hogy a svéd cementtechnikusok és kohászok kísérletképpen kohósalakból és égetett mészből elektromos ívkemencében való olvasztással olyan klinkert állítottak elő, amelyek szilárdsága 700 kg/cm^2 volt. A felhasznált villamosenergia mennyisége 500—600 kw/tonna.

A magnéziumoxid-tartalmat a kohósalakban nem tartják veszélyesnek, mivel nem periklasz formában van jelen.

A granulált kohósalak minő ési vizsgálatánál a széndioxidos kezelés után történő differenciál-thermoanalízis eredményeit tartják jellemzőnek. Meg-

határozzák először a kohósalak thermo-görbáját, utána vízzel keverve szénsav-atmoszférában kötni és szilárdulni hagyják, azután pedig újra differenciálthermoanalízisnek vetik alá. A két thermo-görbe közötti különbség jellemző a granulált kohósalak aktivitására.

Megfigyelésünk szerint az az 5. üzem, amelyet meglátogattunk (lásd később is), granulált kohósalakon kívül semmiféle más hidraulitot nem alkalmaz a cement őrlésénél.

Dr. Kallauner igazgató igen nagy jelentőséget tulajdonít azoknak a kísérleteknek, amelyek arra vonatkoznak, hogy a klinkerégetés nyersanyagául szolgáló lisztben vagy iszapban a márgát granulált kohósalakkal helyettesítsék. Igaz ugyan, hogy a kohósalak alkalmazása esetén a nyerslisztőrlésnél is igen nagy koptató hatás lép fel, azonban a kísérletek mintegy 45%-os őrlési-energiamegtakarítást mutatnak, amivel az 1,6 tonna nyersliszt por/tonna klinker leeredukálódik 1,3—1,35 tonnára. Égető energiában pedig mintegy 28% megtakarítás mutatkozik, mivel dikalciumszilikát, gehlenit, ackermanit, monticellit stb. ásványok már benne vannak a granulált kohósalakban.

A kohósalak minőségének, illetőleg vegyi összetételének megjavítására a Kallauner-Intézetben kísérleti kúpoló-kemencét építenek, elsősorban a CaO-tartalom növelése céljából. Kallauner szerint az ottani kohósalakokhoz elegendő 1—2% CaO adagolása, ami kellő mértékben megnöveli a granulálás után a kohósalak hidraulicitását. Zavaró körülmény, hogy a CaO-tartalom növekedésével aránytalanul nagy mértékben emelkedik az olvadási hőfok, azonkívül a CaO — kokszt jelenlétében — kalciumkarbidot képez, ami igen nagy nehézséget okoz.

Ebben az irányban részletesen is megemlékezett a hatalmas szovjet-szakirodalom idevágó kísérleteiről.

C) T r a s z.

A trasz kutatás a geológusok, a fizikó-kémikusok és cementtechnikus-kutatók komplex munkája alapján folyik. A lelőhelyek feltárása és a trasz-vagyion felkutatása most indult meg. Csehszlovákiában bazalt-, andezit-, trachit-, riolit-, valamint dacit-tufák fordulnak elő, amelyeknek felhasználása nemcsak hidrauliként lesz lehetséges, hanem építőkö-, horzsakő-, szigetelőanyag-formában is. Utóbbi anyagok előállítása céljából különböző megmunkálásnak, például autókálván való feltárásnak stb. kell alávetni azokat.

Savanyú hidraulit szempontjából a traszoknak két csoportját különböztetik meg: a hővel aktíválható és a hővel nem aktíválható csoportokat. Azok a traszok, amelyekben magasabb ferró-vas tartalom van, a hevítés folyamán nem aktíválódnak; a ferró-vas ugyanis már gyenge ízzítással is átalakul ferri-vassá s ez katalizálja az aktív kovavasat, hogy durva kristályossá alakuljon át.

Ebből az alaptételből kiindulva kezdték meg kísérleteiket a v á r g e d e i - trasz hőaktivitására, amelynek célja az volt, hogy megállapítsák a hőaktiválás optimális hőmérsékletét és időtartamát. Közben igen nagy összegű beruházás és tervezés kezdődött volna, azonban a kísérletek azt mutatták, hogy a hőkezelés csak 1—2%-kal növeli az aktivitást s ezért nem érdemes pénzt és munkát

befektetni, legfeljebb a nedvességtartalomtól függően (alacsonyabb hőfokon) szárítani.

Krupár igazgató éppen ezzel a példával kapcsolatban mutatott rá arra, hogy az elméleti kutatás és az empiria elfogulatlan, előítélet nélküli — úgynevezett üzemi vakáság nélküli — együttműködése hatalmas beruházási, felújítási és egyéb technikai költségek megtakarítását biztosíthatják.

Megemlítjük még, hogy vizsgálat tárgyát képezi a traszoknak a betonban való viselkedése is. Milyen traszok lúgozódnak ki könnyen, nincs-e bennük káros alkatrész, például szulfid-kén, amely duzzadást okozhat.

E vizsgálatoknál is a komplex-fizikó-kémiai metodika jótessza a főszerepet.

D) K e v e r t k ö t ő a n y a g o k.

Ezen a téren végzett kísérletek folyamán, például 700° C-on kalcinált riolit-tufát együtt őröltek 40% mészhidráttal és 240—260 kg/cm² nyomószilárdságot értek el (28 napra). Ez a riolit-tufa tehát hővel nagymértékben aktivizálható volt. A magyar mészpuzzolan kőművescementnek szabvány szerint 150 kg/cm²-t kellett elérnie.

A csehszlovákiai erőtelemi pernyékkal való kísérletek folyamán 50—150 kg/cm² nyomószilárdságot értek el. Őrlés szempontjából igen fontos a pernyék carbontartalma. Ugyanis már 1—2% carbontartalom is elegendő az őrlés intenzifikálására, amely a statikus elektromosság kisütése által megszünteti az anyag csomósodását. Például egy őrlési kísérletnél 70% klinker + 30% pernyepát széntartalommal, mint őrlemény a 4900-as szitán 3% szitamaradékot adott, míg hasonló körülmények között ugyanezek az anyagok carbon-szennyezés nélkül őrölve 14% szitamaradékot mutattak.

Végeztek kísérleteket granulált kazánsalak felhasználásával is, 20% mészhidráttal és 30 kg/cm² szilárdságot értek el.

A heterogéncementek alkotórészének vizsgálatánál — amint azt a Stavivó le is közölte — igen precíz eredményeket értek el az egyes alkotórészek elektromos vezetőképességének előzetes ismerete alapján.

E) V í z é p í t ő - c e m e n t.

Csehszlovákiában földrajzi fekvésénél fogva igen nagy szerepet játszanak a hydro-centrálék, melyeknek létesítésénél völgyzárógáták építése és folyammedrek szabályozása elmaradhatatlan. Ehhez alacsony hőfejlesztőképességű cement szükséges. Egyik fajtája a trasz-cement, másik fajtája pedig az alacsony mésztelítettségű és alacsony alumínium-modulusú — dikalciumszilikát típusú — cement.

F) G i p s z - s a l a k - c e m e n t (Sursulfat-cement).

Magas alumíniumoxid (15—16%-ig) tartalmú kohósalakokkal, megfelelő gipsz- és más vegyi hatóanyagok gerjesztésével olyan gipszsalak-cementet is előállítottak, amelynek nyomószilárdsága 400 kg/cm² fölött volt. A sursulfát-cement kötése a Candlot-féle só keletkezésén, valamint a kohósalakban jelenlévő dikalciumszilikát, géhlenit, és

a mészhidrát lekötésével járó folyamatokon alapul.

A Candlot-só nagyobb mérvű keletkezése a portlandcementnél duzzadási veszéllyel jár. Gipszsalakcement esetében, egyidejű kiválás folytán, nem okoz duzzadást.

Igen sok kísérletet végeztek és végeznek ma is ezzel a cementtel mind a Szlovákiai Kötőanyag Intézetben, mind a prágai Hacar Intézetben. Utóbbi helyen Spetar professzor mutatott igen sok fényképfelvételt, amelyekben a különböző gipszsalakcementek, 4%-os H₂SO₄ agresszív hatásával szemben mutatkozó ellenállása látható. Ugyancsak itt kaptunk átfogó magyarázatot arra, hogy az e fajta cement szilárdsága száraz levegő visszacsésére hajlamos. Völgyzárógát esetén csak akkor volna veszélyes, ha hosszabb ideig nem érné víz az e fajta cementtel készült betont.

G) D u z z a d ó c e m e n t.

Duzzadócementre vonatkozó kísérleteiket főleg a szovjet irodalom alapján végezték, amely irodalomnak és technológiának vezető szerepe van e téren.

A duzzadó-cementek duzzadását okozó tényezők az alábbi alkatrészek:

a szabad mésztartalom: CaO,
a szabad magnéziumoxid-tartalom: MgO,
és a Candlot-féle só.

Csak a két utóbbi duzzadást okozó tényezők alapszik megbízhatóan kiszámítható és előre szabályozható duzzadás.

Magnéziumoxid hozzákeverésével csak abban az esetben állítható elő e fajta cement, ha a magnézium nem volt túlégetve, azaz nem zsugorodott, mert ez nem képes hidratálódni. A dolomitot, vagy a magnézium-oxidet 1000—1100° C között égetik és a klinker + gipsz őrleményhez különböző %-os arányban keverik; pl. 7—10%-os magnéziumoxid hozzákeverésével olyan duzzadó-cement állítható elő, amely az első 72 órán keresztül duzzad, a maximális duzzadás mértéke 0,3—0,4%, ettől az időtől kezdve a duzzadás menete erőteljesen csökken és a 28. napra megszűnik.

A magnéziumoxid alapon gyártott duzzadó-cement raktározása nagyon nehézkes és tökéletesen légmentes zárást igényel.

A Candlot-só alapon készített duzzadó-cementhez a ható Calaium-szulfó-hydro-aluminátot hideg úton, őrlés közben keverik a portlandcementbe.

Nem duzzadó, de nem is zsugorodó beton állítható elő olyan cementkeverékkel, amely mintegy 80% gipszsalakcementből és 20% portlandcementből áll. Ennek zsugorodása nem több, mint 0,1%.

Ehhez hasonló, nem zsugorodó cementet lehet nyerni, ha kb. 1% — megfelelő gondossággal kiégetett — dolomitot keverünk a portlandcementhez.

H) H i d r a u l i k u s m é s z.

Hidraulikus meszet Zsetenyicén nagyüzemileg is előállítanak. Az égetés hőmérséklete 1100° C körül van.

Érdekes, hogy ennek a hidraulikus mésznek az analízis szerinti bruttó-összetétele mennyire hasonlól egy klinker vegyi összetételéhez:

| | |
|-------------------------|--------|
| izzítási veszteség | 9,30% |
| oldható SiO_2 | 2,96% |
| összes SiO_2 | 16,15% |
| Al_2O_3 | 6,64% |
| Fe_2O_3 | 1,25% |
| CaO | 60,66% |
| MgO | 0,70% |
| SO_3 | 0,32% |

Ennek a hidraulikus mésznek kötés-kezdeté 7 perc, vége 15 perc; 7 napos húzószilárdsága 11, nyomószilárdsága pedig 29 kg/cm^2 . Ezzel a hidraulikus mésszel, Si-anyaggal (Sistoff) keverve 153 kg-os szilárdságot is elértek.

I. Gipsz.

A csehszlovákiai gipszkő és anhidrit feltárása folytán rendkívül nagy fontossága van a beható kutatásoknak. A vizsgálatok között a differenciál-thermo-analízisnek van a legnagyobb szerepe. Ez a vizsgálat a leggyorsabb és a legmegbízhatóbb eredményeket adja. Az alfa-, beta-, és gamma félhidrát-módosulatok főleg oldhatóságban különböznek egymástól.

A természetes anhidrit és az esztrich-gipsz közötti hatáskülönbség a pép pH-ján alapszik. Az esztrich-gipsz kiégetésénél keletkező csekély mennyiségű szabad CaO megnöveli a gipsz-pép pH-ját. Ez a jelenség technológiailag utánozható oly módon, hogy a természetes anhidrit őnlése közben kb. 1% CaO -t adnak hozzá.

J) Azbesztcement.

Az azbesztet eddig mintegy 20%-ig bazaltgyapot felhasználásával helyettesítették, ami nálunk valamivel kisebb százaléku üvegyapot felhasználásával hasonlítható össze.

A kísérletek odairányulnak, hogy a bazaltgyapot mennyiséget 40%-ra emelhessék fel, ennek azonban akadálya, hogy a bazaltgyapot — nem lévén fenyőág-szerű sok elágazású — könnyen kicsúszik a cementpalából.

Igen nagy fontosságot tulajdonítanak az alagútban végzett gőzölési kísérleteknek és rendkívül jó eredményeket is értek el. Igen fontos, hogy a felmelegítés és a lehűlés lassan és egyenletes hőfokú, valamint egyenletes gőztartalmú térben történjék.

Érdekesek azok a kísérletek is, amelyek autókámban szerpentinből — hidrothermal úton — mesterséges azbeszt előállítására törekednek. Legfontosabb volna e mesterséges termékeknek ágas-bogas, fenyőgallyszerű elágazása, amely igen nagy tapadó felületet jelent a természetes azbeszt esetén.

V. A munkamódszerekről

általánosságban az a véleményük, hogy az elmélet és a gyakorlat — dedukció és induktió — minden kutatási probléma megoldásánál szoros kapcsolatban álljon. A methodika kidolgozása elsősorban a Tudományos Akadémia feladata, az

iparági kísérletek viszont főleg az ipar problémáit tartják szem előtt.

Felvetődik az a kérdés, hogy a problémák megoldásánál az egyéni, vagy a kollektív munka legyen-e előtérben? Erre vonatkozóan az a véleményük, hogy a speciális munkát feltétlenül be kell gyakorolni, mert ez igen nagy erkőkímélést jelent. A problémák megoldásának részleteit tervszerűen, külön-külön kell kidolgozni, még akkor is, ha az idő és a tempó bemérése nem tökéletes, mert ez később változhat aszerint, hogy a probléma megoldása közben milyen kérdések merülnek még fel? Így egyszerre, egymással párhuzamosan több kutatási témával is foglalkozhatnak, sőt mellettük párhuzamosan futhat a methodikai rész is, ha egy kutatási problémán a dokumentáció felgöngyölítése után megfelelően szétosztva dolgoznak.

Az osztályvezetők koordináló, vezető adottsága és rutinja teremti meg az egyéni különleges munkák mellett az esetenként szükséges kollektívát. Csak az a fontos, hogy a kellő rugalmasság ne hiányozzék; erős egyének alkotják az erős kollektívát.

Ismételten megjegyezzük e helyen is, hogy úgyszólván kivétel nélkül minden laboratórium rendelkezik fotografiai készülékekkel is.

A műszereken kívül a Kallauner Intézet 13 méter hosszú és kb. 1 m \varnothing -jú forgókemencéjét nem láttuk ugyan üzemben, mert még az olajégő szerkezet nem volt beszerelve, de az olajégőt külön begyűjtve és külön a kemencét forgás közben alaposan megszemlélhettük.

VI Üzemek

Az idő rövidsége miatt csak 5 üzemet látogathattunk meg, pedig igen szeretnénk volna még megtekinteni a königshofeni 10 forgókemencés, száraz eljárással dolgozó üzemet, a ciskovici 4 forgókemencés, ugyancsak száraz eljárással dolgozó, természetes marga nyersanyagú üzemet, a strahbergi forgókemencés üzemet — ahol 6 Unar-kemence dolgozik —, valamint a Pozsony melletti stupavai forgókemencés üzemet.

Az egyetlen forgókemencés üzem, amit látogathattunk, a *malomericzi* volt, amely 6 kemencével dolgozik.

A gyár nevezetessége az, hogy a mészkő és a márga a kőbányában egy helyen fordul elő — hazánkban a belpátfalvi és a beremendi van hasonló kedvező helyzetben — így könnyen megoldható volt, hogy az iszapot a kőbányában készítik elő, s a kész kemencészap megfelelő méretű csővezetékben folyik be a cementgyárba, amely mintegy 1,5 km távolságra, 80 méterrel a kőbányai nívó alatt fekszik.

A 36—38% vizet tartalmazó iszapot vácuumszűrőpréseken megsűrítik, s így kb. 18% víztartalmú, plasztikus agyagszerű nyersanyag jut be a forgókemencékbe, melyeknek szárító-övezete egészen rövid s a kemencék teljes hossza sem több, mint kb. 60 m.

(Folytatjuk.)

Szakmai tudás nélkül nincs fejlődés és nincs eredményes munka. Az építőipar minden dolgozójának érdeke, hogy tudását fejlessze, ismereteit bővítse és a műszaki fejlődéssel állandóan lépést tartson.

Olvassuk az építőipar folyóiratait, a

**„Magyar Építőipar“-t az „Épületgépészet“-et
a „Magyar Építőművészet“-et az „Építőanyag“-ot**

A nagyobb tudás, jobb munkaeredményt és több keresetet jelent!

Megjelent

N. A. SZIZOV:

„TÉLI ÉPÍTÉSI MUNKÁK“

548 oldal, 67,— Ft. — Budapest, 1953. Építésügyi Kiadó.

A könyv a szovjet tudósoknak, mérnököknek és műszaki dolgozóknak azokat a nagyszerű eredményeit ismerteti, amelyek segítségével a Szovjetunióban lehetővé vált, hogy megszüntessék az építési munkálatok idényszerűségét, télen is, bármilyen fagyok idején is fennakadás nélkül építkezhessenek. Elemzi és összefoglalja a talajokra, az építőanyagokra és az épületszerkezetekre vonatkozó tudományos kutatás adatait, az építkezési gyakorlat jellemző példáit. A könyv átfogó tudományos mű, mely a szovjet tudományos irányelvek szerint, minden tételét a gyakorlati eredményeivel támasztja alá.

Beszerezhető:

az Állami Könyvterjesztő Vállalat

összes könyvesboltjaiban.

