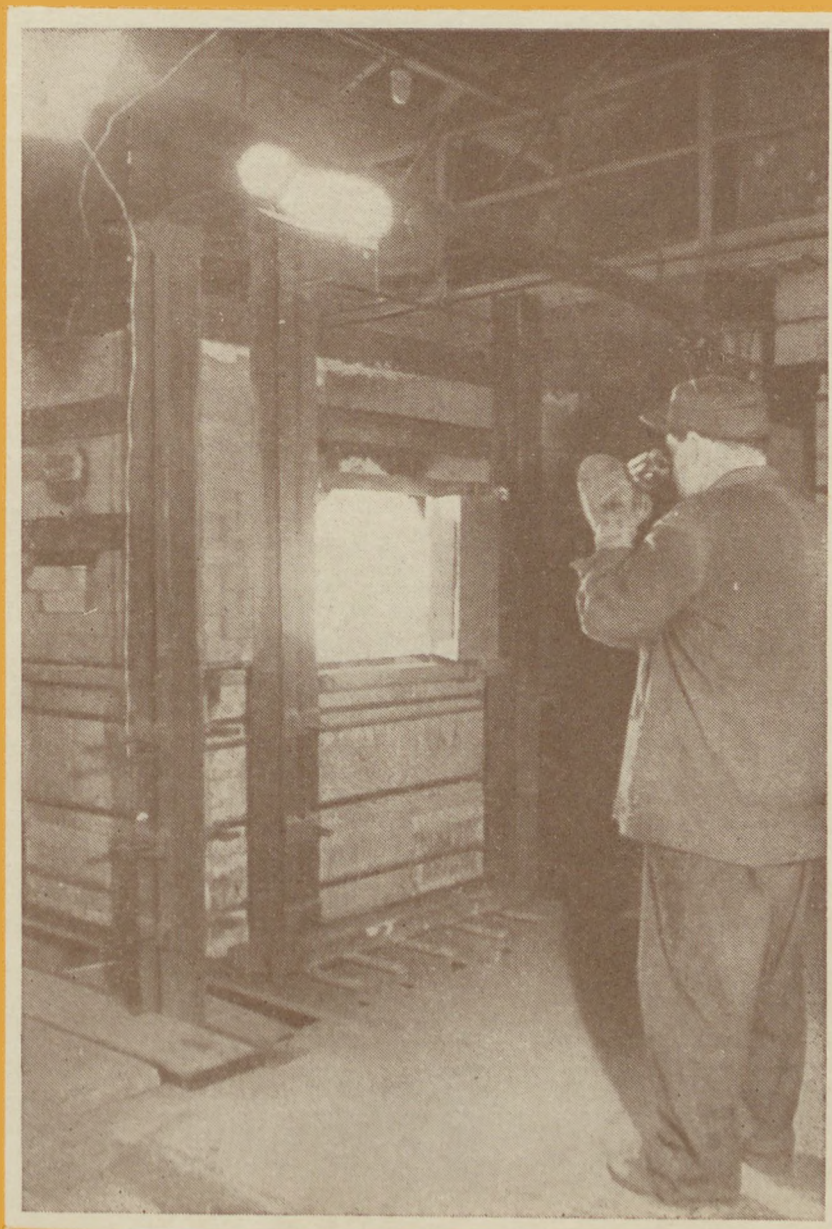


✓ 302.935

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

3. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

★

Főszerkesztő :

dr. Korach Mór

★

Szerkesztő :

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság :

Baritz Árpád

Beke Béla

dr. Déri Márta

Erdély Imre

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

★

Szerkesztőség :

Budapest, V., Szabadság

tér 17

Telefon : 124-438

★

Kiadja :

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon : 113-450

★

Felelős kiadó :

Solt Sándor

TARTALOM

	Oldal
Felszabadulásunk 15. éves évfordulója és a szilikátipar	81
Dr. Palotás : Építőanyagvizsgálati eredmények értékelése	83
Halász András : Kvarchomok előkészítése fehérüveggyártási minőségre	98
Budnikov P. P. : A dolomit, mint építő- és tűzálló anyagok nyersanyaga	102
Újhelyi János : A kohóhabsalak halmaztérfogatsúlyának és önszilárdságának összefüggéséről	106
Száder Rudolf : Az energiagazdálkodás főbb problémái az üvegiparban	112
Zana Károly : Elektronikus portalanító méretezési elve	116

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Д-р Ласло Палоташ : Оценка результатов испытаний строительных материалов	83
Андрас Халас : Подготовка кварцевого песка для изготовления белого стекла	98
П. П. Будников : Доломит, как сырье для получения строительных материалов и огнеупоров	102
Янош Уйхейи : О зависимости между насыпным весом и самоупрочнением доменного пеношлака	106
Рудольф Садер : Основные проблемы энергетики в стекольной промышленности	112
Карой Зана : Принцип калибрования электронического пылеуловителя	116

I N H A L T

	Seite
Dr. Palotás L. : Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse der Baumaterialien	83
András Halász : Die Aufbereitung einheimischer Quarzsande für die Weissglaserzeugung	98
Budnyikov, P. P. : Dolomit, als Rohstoff von Baustoffen und Materialien	102
J. Újhelyi : Der Zusammenhang des Schnüttgewichtes und der Eigenfestigkeit der Schaumhüttenschlacken	106
R. Száder : Die wichtigsten Probleme der Energiewirtschaft in der Glasindustrie	112
Zana, K. : Berechnungsprinzipien der elektronischen Entstaubungsapparate	116

ÉPÍTŐANYAG

12. ÉVFOLYAM 3. SZÁM

Felszabadulásunk 15 éves évfordulója és a szilikátipar

A magyar szilikátipar fejlődését felszabadulásunk óta csak akkor mérhetjük fel tárgyilagosan, ha összehasonlítjuk a háború előtti viszonyokkal. Köztudomású, hogy a termelés mennyiségileg ugrás-szerűen emelkedett, s egyes ágakban, mint pl. a téglagyártásban, a háború előttinek többszöröse. Az is közzismert, hogy a gyártás minőségileg, bár nem olyan mértékben mint mennyiségileg, ugyancsak tökéletesedett. Új, korszerűbb üzemek és üzemrészlegek nőttek ki a földből. A haladás azonban nézetünk szerint főleg a jövő fejlődés potenciális feltételeinek megteremtésében figyelemreméltó.

Ma már alig akad valaki, aki kétségbevonná, hogy a technológia tudományos korszakába léptünk, amelyben nem csupán az elvi tudományok — a fizika és a kémia — módszereit alkalmazzuk mind szélesebb fronton, hanem a technológia empirikus jellegű területeit is egyre tudományosabban műveljük. A műszaki tudományok mindinkább megérdemlik a tudomány nevét, mert a módszertelen próbálgatás: az, amit az angolok „trial and error test”-nek neveznek, ma már a múlté. Ez a felismerés nem az égből hullott alá, hanem a technológiai valóság dialektikájából nőtt ki. A tudományos metodika olyan hatalmas műszaki fejlesztési fegyvernek bizonyult, amellyel mind rövidebb idő alatt, néha roham-szerűen sikerül meghódítani, hatalmunkba keríteni a valóságot; s talán nem mondható ide nem tartozónak, ha rámutatunk éppen a szilikáttechnológia egyik ágának, az oxidkerámiának szerepére a rakéta-technikában, amelynek szovjet teljesítményei nemrég ejtették ámulatba a világot.

Úgy véljük, szilikátiparunk jövő fejlődésének legnagyobb biztosítéka éppen az, hogy nálunk is felismerték a tudományos módszerek eme jelentőségét, s azokat bevezették mind a szilikátipari kéderképzés, mind pedig a szilikátipari kutatás terén. Kormányunk és Pártunk büszke lehet arra, hogy a felszabadulás óta megalakult Magyarországon, annakidején, a Vörös Akadémia, a Veszprémi Egyetem szilikát-kémiai tagozata, az Építőanyagipari Technikum, az Építőanyagipari Központi Kutatóintézet, s újabban létrejött még a Műszaki Egyetem Vegyipari Gépészeti Tanszékén a szilikátgépészeti tanfolyam is, mint szilikátmérnök-képzésünk további hatóközpontja.

A fiatal generáció, amelyet a szilikáttechnológiai iskolák neveltek fel, máris szemmel látható minőségi változást hozott az iparban. Ennek láncreakció-szerű kihatása szükségképpen egyre gyorsulóbb lesz. De szilikátiparunk fejlődésének sokat ígérő eszköze, a szakiskolák mellett, a tanszéki, az üzemi és főleg az intézeti kutatás is. Az Építőanyagipari Központi Kutatóintézet, bár mindössze 7 éves, de máris kitűnően felkészült kutatógárdát nevelt, s egész sor új anyagot és eljárást vezetett be a szilikátiparba, amely egyre több gyümölcsöt fog hozni. Komoly eredmények születtek azonban az ipari laboratóriumokban is, úgy az építőanyagipar és a tűzállóanyagipar, mint az edényipar terén. Ha visszatekintünk e kutatómunka kibontakozására az elmúlt 15 év alatt, lehetetlen kitérni annak megállapítása elől, hogy a háború előtti termelés eme legelhanyagoltabb ágazatában a felszabadulás után forradalminak mondható fejlődés következett be.

Az egyes intézmények és szakemberek teljesítményének százalékos súlyát az egész iparágban nem könnyű felmérni, bár nem lehet elhallgatni a Veszprémi Egyetem különösen kimagasló érdemeit a káderek nevelésében. De, hogy a szilikátipari szakemberek munkája eredményes volt, annak az ország határain túl terjedő visszhangját hallottuk a Budapesten lezajlott öt kutatókonferencián, valamint azokon a külföldi összejöveteleken, amelyeken a magyar dolgozók résztvettek : s ez a visszhang azzal a bizonyossággal tölt el bennünket, hogy a szilikátipar műszaki fejlődése hazánkban egyre gyorsabbá és biztosabbá fog válni.

Nézetünk szerint azonban ez a visszapillantás csonka lenne, ha megfeledkeznénk arról a nagystílú társadalmi szervezőmunkáról, amit az Építőanyagipari Tudományos Egyesület fejtett ki a felszabadulás után. Sok szó esik manapság a műszaki fejlődés tömegbázisának óriási jelentőségéről. De talán helyénvaló felhívni itt a figyelmet a műszaki fejlesztés jelenkori metodikájának arra az alapvetélmére, hogy a fejlesztés most már csupán munkaközösségek, brigádok összehangolt együttműködésével valósítható meg. Egy olyan szervnek, mint az említett Egyesület, a közös munkára való beidegzés talán legnagyobb feladata s egyben eredménye. Hogy mit tett az Egyesület előadásai, tanfolyamai, megbeszélései, ankétjei és folyóirata, az „Építőanyag” megszervezésével és egyre szabatosabb kifejtésével, az alig értékelhető számszerűen, de egész bizonyosan messzeható jelentőségű. Mindez a sokoldalú tevékenység szinte észrevétlenül alakult ki és nőtt nagyra, s csak most, visszatekintve, döbbenünk rá, mekkora utat tettünk a háború előtti időhöz képest, amikor mindennek úgyszólván nyoma sem volt.

Most ez egyszer, hogy felszabadulásunk 15 éves évfordulóján egy pillanatra megállunk lélegzetet venni, legyen szabad nem a bírálathoz, hanem csupán az elismerés hangján szólni a magyar szilikátipar alkotásairól a felszabadulás után. Azt hiszem, alig vannak ezen iparág dolgozói közt olyanok, akik dicsekedni szeretnek, s ezért az elhangzottakból is szívesebben fogják kiolvasni a tények súlyát s az ezekből rájuk háruló egyre szebb és magasabbrendű feladatokat, mint az olcsó önelégültséget. Mindannyian tudjuk, hogy sok még a tennivaló. Építőanyagiparunk még mindig fejlődésünk legszűkebb keresztmetszete. Mindannyian tudjuk, hogy még sok a hiányosság, de ma erről ne beszéljünk. Ma csupán örüljünk annak, amit Pártunk vezetésével népi demokráciánk, üzemi dolgozóink, oktatóink, kutatóink két kezük és szellemük munkájával rövid 15 év alatt létrehoztak.

Építőanyagvizsgálati eredmények értékelése

Dr. PALOTÁS LÁSZLÓ egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora

1. Általános megjegyzések

Az építőanyagvizsgálat célja: közvetlenül a vizsgált anyag gyakorlati felhasználhatóságára, közvetve magára az anyagelőállítás folyamatára vonatkozó minősítő adatoknak megállapítása. Ezek a minősítő adatok az építőanyag fizikai, kémiai, vagy szilárdsági tulajdonságaival kapcsolatban nyert mérési eredmények, mérőszámok, amelyeket az építőipar, mint összehasonlító értékeket, jó-sági számokat használ fel az anyag jellemzésére. Ezek a mérőszámok az anyagra vonatkozó — a vizsgálati körülményektől s az értékelés módjától is függő — értékek, amelyek a körülmények megváltozásával maguk is változnak.

Mint hogy a minősítő és minőségi jellemzők a népgazdasági tervek igen fontos adatai, azok állandó és folyamatos ellenőrzése s ennek segítségével azok betartása és megjavítása az önköltségek, a selejt és utólagos javítás csökkenésével, a termelékenység fokozásával, a minőségi előírások jobb teljesítésével s ezen keresztül a népi vagyontértek emelkedésével jár. Minden emberi produktum értéke a benne levő, a beépített minőségtől függ és annak fokozásával növekszik. Ez determinálja a minőségellenőrzés fontosságát.

2. A mérés hibái

Az alábbiakban a laboratóriumban alkalmazott minőség-vizsgálatok értékelésének kérdéseivel kívánok röviden foglalkozni, az üzemi minőség-ellenőrzéssel legfeljebb annyiban, amennyiben a kapott mérőszámok értékelése alapján az üzemi előállítás folyamatára is levonhatók a következtetések.

Mindnyájunk előtt ismert, hogy mérést — akár az ipari gyakorlatban, akár a laboratóriumban — csak a pontosság bizonyos korlátozott mértékével tudunk végrehajtani. Tehát: minden mérési eredményünk a valóságos értéknek megközelítése. A mérések végrehajtásakor, illetve azok értékelésekor a pontosság mértékét hibák befolyásolják. A hibákat három csoportba oszthatjuk:

A legsúlyosabb a *durva hibák* csoportja, amelyet a mérőműszerek hamis leolvasása, a mérések végrehajtásakor figyelmetlenség, gondatlanság, lelkiismeretlenség (pl. a mérési eredmények meghamisítása, szándékos vagy irányított helytelen kerekítés, a mérési helyek helytelen kiválasztása, jegyzőkönyvvezetés hiányosságainak önkényes pótlása stb.) jelent. Ezeket a hibákat gondossággal, lelkiismeretességgel lehet és kell kiküszöbölni. Ezek ellen a hibák ellen maga a mérést végző személy tud a leghatásosabban küzdeni. A továbbiakban ezeknek a hibáknak az előfordulását el kell ejtenünk.

A tulajdonképpeni mérési hibák közé tartoznak a mérések *rendszeres* (szisztematikus) és *véletlen* hibái.

* Az V. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás.

A mérés *rendszeres hibái* főképpen a mérőeszközök, mérőműszerek és mérő módszerek hiányosságai következtében állnak elő. Ezek a mérési eredményt általában ugyanabban az értelemben befolyásolják, függetlenül a mérés megismétlési számától. Ezek tehát a szokásos középérték számítással ki nem ejthetők. Ilyenek: a *nullpont*-, ill. *osztáshiba*, amely abban jelentkezik, hogy a műszer beállítása, kalibrálása helytelen, az vagy többet, vagy kevesebbet mutat, így a hiba helyes kalibrálással, beállítással, illetve kalibrálási táblázattal, vagy grafikonnal kiküszöbölhető; *észlelési hiba*, a műszer helytelen kezelése, a skála téves értelmezése stb. miatt; a *kerekítési hiba* az osztásvonalak közötti törtértékek állandó jellegű helytelen kerekítése miatt; a *műszer szerkezeti hibái*, (csapok, csapágyak, dugattyúhengerek stb. surlódása, a beállítás külpontossága, a megtámasztások nem szabatos kialakítása stb.), a *mérő módszer rendszeres hibái* (a környezet és körülmények hatása, a felfekvések helytelen kiképzése, nem megfelelő mérőműszer, vagy mérési eljárás választása, a pontosság ki nem használása, vagy túlbecslése, nem szabatos kezelés stb. helytelen minta választása stb.). A rendszeres hibák csökkenthetők egyrészt a mérőeszközök gondos szerkesztése, állandó ellenőrzése, kalibrálása és karbantartása, másrészt a mérő módszerek helyes kiválasztása, a beállítások, az észlelések, a leolvasások, a megjegyzések különös gondtal való végrehajtása által; tökéletes kiküszöbölésük azonban — mind-ezeknek az eljárásoknak korlátozott pontosságú végrehajtása, mint objektív nehézség, vagy szubjektív hibalehetőség miatt — nem oldható meg. A szisztematikus hibák egyrészt ez utóbbiak miatt veszélyesek, másrészt azért is, mert értékük a mérés véletlen jellegű hibáihoz képest lényegesen nagyobb lehet.

Különös zavart és pontatlanságot okoznak az oly szisztematikus hibák, amelyek hatása mindig csak egyféle értelemben jelentkezik s főként akkor, ha azok jelenléte nem tudatos, vagy akkor, ha azok ismeretének nem jóhiszemű felhasználása durva hibához vezet. (Pl. a terhelési sebesség változtatása, kedvezőbb eredmény elérésére stb.) A zavart még fokozhatja az eredményértékelésnek az alkalmazott mérő módszer természetének meg nem felelő módja. (Pl. ha előre tudjuk, hogy bizonyos rendszeres hibák miatt a szórás mindig a kisebb értékek felé mutat s az értékelés alkalmával éppen a legnagyobbakat ejtjük ki, vagy megfordítva.)

A mérés *véletlen hibái* a mérőműszer saját hibái, a leolvasások, az észlelések, a beállítások hibái közül azok, amelyek ugyanannak a mérésnek többszöri ismétlésekor különböző nagyságban és rendszeren más-más értelemben jelentkeznek. A műszer véletlen hibái a berendezés pontosságának megfelelően, kisebb-nagyobb értékűek, de mindig — az előbbi hibákkal szemben — kiesinyek. Az észlelés, beállítás stb. véletlen hibái az észlelő

személytől, az észlelési eljárástól — s természetesen — a műszer, vagy mérőeszköz szerkezetétől, kivitelétől stb. is függenek.

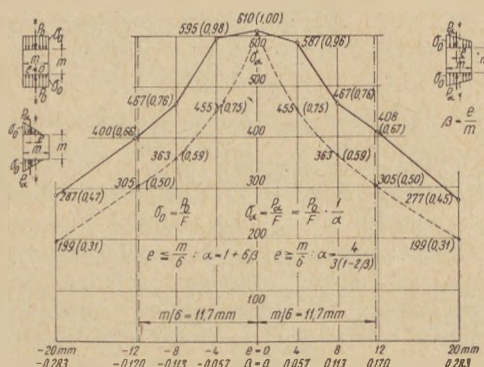
A mérési véletlen hibák csökkenthetők — adott körülmények, de minden bizonnyal gondos munka mellett — a mérés megismétlésével s a mérési eredmények középértékének kiszámításával, átlagolásával, feltéve, hogy ugyanannak a mintának ugyanazt a tulajdonságát ugyanolyan módszerrel s műszerrel mérjük.

Az anyagvizsgálat során azonban nemcsak a szűkebb, illetve tulajdonképpeni értelemben vett mérési, észlelési eredményekről van szó. A vizsgálat során igen gyakran nincs mód a mérés megismétlésére ugyanazon a mintadarabon, vagy mintadarabokon, mert azok a vizsgálat folyamán szükségszerűen tönkrementek (poralakú anyagok fajszűlmérésekor, mechanikai vizsgálatoknál általában, kémiai analízis során stb.). Ilyenkor a mérést az eredeti darabbal megismételni nem tudjuk, legfeljebb az anyagból, vagy hasonló anyagból egy újabb mintát vehetünk ki (pl. beküldött téglá-, cementminta megmaradt másik felét vizsgáljuk meg ismét). Az anyagvizsgálat tehát általában nem „visszatételes”, a megvizsgált darabok a vizsgálat során tönkremennek. Ez a szokásos mérésértelmezés egyik kibővítése. A másik kibővítés, mint különleges jelleg az, hogy az anyagvizsgálat eredményét, illetve annak értékelését nemcsak maga a „mérés” befolyásolja, hanem az anyag tulajdonságai, az előállítás körülményei, az egyöntetűség, a minta-vétel módja, a vizsgált próbák száma stb. A hibák között tehát nemcsak a felsorolt ún. szoros értelemben vett mérési hibák szerepelnek — legyenek azok durva, rendszeres, vagy véletlen hibák — hanem azok között az anyag tulajdonságaiban, az előállítás, a gyártás körülményeiben stb. előállott változások is benne vannak. Az anyagjellemzőkre pedig — a vizsgálat során — rendszeren éppen ezek a hibaforrások, az ezekben jelentkező durva, rendszeres és véletlen hibák a mértékadók s nem maguk a „mérések” hibái és azok száma.

Az anyagvizsgálatban tehát mérési eredményen, a vizsgálat során kapott, észlelési eredményt — ez lehet egyszerű mérési eredmény (pl. súly, geometriai adat stb.), de lehet valamely törő- vagy alakváltozást mérő berendezésen eszközölt leolvasás, törési eredmény — fogunk érteni, amelyben azonban a fent említett különleges hibák is benne vannak. Így a matematikai értékelés alapfeltételei a kísérleti, a vizsgálat eredmény független esetlegességi, vagy valószínűségi változó volta legfeljebb közelítéssel lehet meg. A matematikai, statisztikai értékelés — ennek ellenére is — az anyagvizsgálati eredmények — iparra visszaható — értékelésénél igen értékes és nélkülözhetetlen eszköz.

3. A rendszeres hibák néhány példája

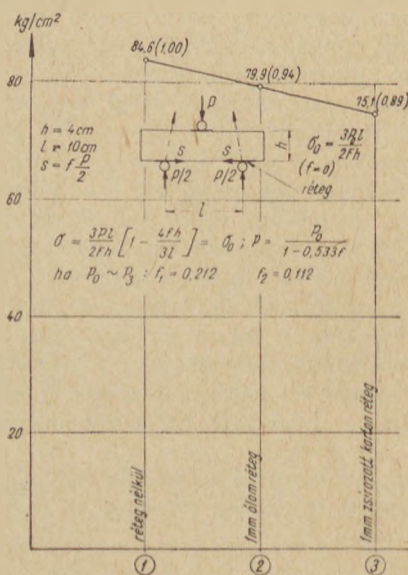
Az alábbiakban néhány jellemző példát kívánok bemutatni a szisztematikus hibák szerepéről az építőanyagvizsgálatok köréből az építőanyagok mechanikai tulajdonságaival kapcsolatban.



1. ábra. A próbatest külpontosságának hatása

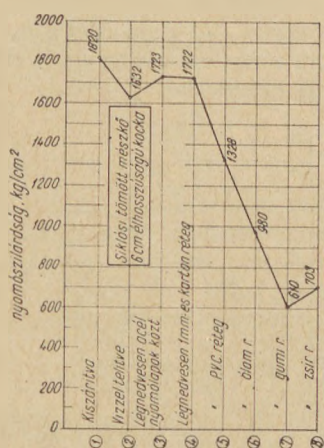
Az első példa (1. ábra) a próbatest helyes beállításának fontosságát igyekszik kidomborítani. Az ábra 600-as cement szabványos 7,07 cm élhosszúságú, földnedves 4—4 db próbakockával megállapított nyomószilárdságának változását mutatja a törőerő külpontosságának (e) függvényében. A szaggatott vonal az elméleti eredményt tünteti fel, azzal a feltétellel, hogy a szélső szálfeszültség a centrikus nyomóigénybevétel esetében kapott σ_0 feszültséggel egyenlő, a teljes vonal a tényleges törőerő értékeket σ_a , kg/cm². Az ábra világosan mutatja, hogy növekvő külpontossággal mindig csökkenő törőerő, illetve törőfeszültség jár. A csökkenés mértéke — a nyomólap és a próbatest közt fellépő súrlódóerő gátló hatása miatt — az elméleti értéknél kisebb. Hägermann-vizsgálatok során — az előállható excentricitásokon belül — lényeges eltérést a törőerőben nem tapasztaltunk, ezzel szemben jelentékeny változást idéz elő a törőerőben a hajlítóvizsgálat alkalmazásával a megtámasztások nem szabatos volta (2. ábra).

A nyomólap és próbatest közt fellépő súrlódás megváltoztatása valamely közbeiktatott réteggel — jelentékenyen megváltoztatja a nyomópróba eredményét s a törőkép jellegét is. A súrlódás csökkentésével a törőerő, ill. a törőfeszültség értéke



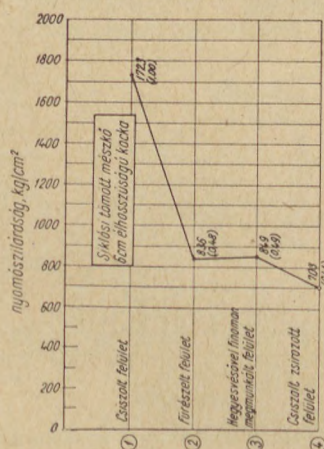
2. ábra. A súrlódás hatása hajlítóvizsgálatnál

is csökken s a szokásos gulástörés, lemezes-hasábos jellegűvé változik. Ennek jellemzésére siklósi tömött mészkőből készített kísérlet eredményeit állítottam össze a 3. ábrában. 5—5 db 6 cm élhosszúságú kocka alapján határoztuk meg a nyomószilárdságértékeket s kockasorozatokat különböző állapotban s különböző közbeiktatott réteggel.



3. ábra. A sűrűlítés hatása nyomóvizsgálatnál

A nyomópróbakocka felületi érdekességének befolyását a 4. ábra, a nyomott felületek nem párhuzamos voltának hatását az 5. ábra szemlélteti. Az anyagvizsgálatok eredményét befolyásoló tényezők hatásáról a 6. ábra nyújt tájékoztatást. Ez utóbbi vizsgálat tárgyát kísérleti célokra a laboratóriumba küldött nagyszilárdságúnak jelzett nagyszámú tételből kiválasztott 20—20 db téglá



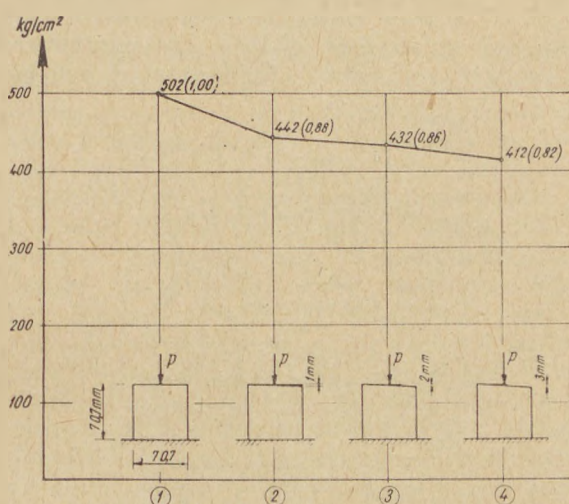
4. ábra. A felületi érdekesség hatása nyomóvizsgálatnál

szabványos vizsgálata képezte. A tételből esengésük alapján 3 nagy csoportot választottunk ki (1, 2 és 3 jelű csoportok) s ezeket különböző habaresokkal falaztuk össze 20-as sorozatokban szabványos vizsgálatra. A nyomóvizsgálatok középértékeit tünteti fel a 6. ábra. Ezek az eredmények a próbák helyes kiválasztásának szerepére is rámutatnak. Amint látjuk, az ingadozás igen jelentékeny. Másképpen választjuk ki a mintákat azzal a céllal, hogy azok a vizsgált alapsokaságot átlagosan valóban jellemezzék s másképpen, ha az

egyes minőségcsoportok közti különbségek megállapítása a feladat. Ez előző esetben az egyes minőségekből azok arányának megfelelően kell a mintamennyiséget megállapítani, az utóbbiban az egyes minőségcsoportokból külön-külön. Hasonlóképpen egy cementszállítmány átlagos minőségét a szállítmányból véletlen jellegűen kiválasztott zsákokból kivett s összekevert minta alapján, az egyes zsákok közti esetleges különbségeket a zsákokból vett külön próbák alapján kell megállapítani.

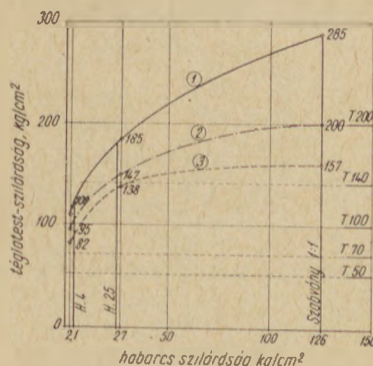
4. A véletlen hibák matematikai statisztikai megvilágításban

A véletlen jellegű hibák figyelembevételével előállítható legmegbízhatóbb értékre a valószínűségelmélet ad felvilágosítást. Ennek az ipari gya-



5. ábra. A nem párhuzamos nyomólapok hatása

korlat — s így az anyagvizsgálat számára — kialakított módszerei a leíró statisztika és a matematikai statisztika. A leíró statisztika a mérési eredmények értékelésének a legegyszerűbb, szemléletes módszere. Ennek célja a mérési eredmények áttekinthető ábrázolása s ennek alapján az anyagjellemzők eloszlására, ingadozására egyszerű, elemi minőségi következtetések levonása. Ha a durva és szisztematikus hibáktól eltekintünk, az anyagvizsgálati eredményekben beálló változások véletlen jellegűeknek tekinthetők, tehát a mérési eredmény matematikailag esetlegességi, vagy valószínűségi változó.

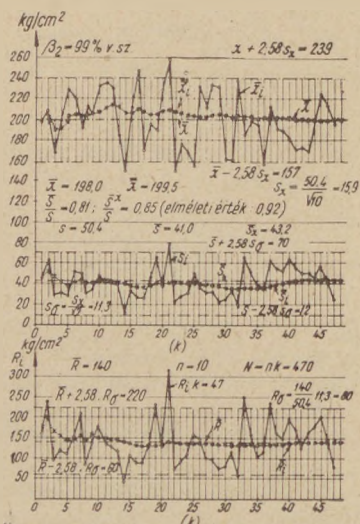


6. ábra. A habaresminőség és téglaszilárdság

Amíg a leíró statisztika feladata elsődlegesen csak vizsgálati eredményeknek, mint tényeknek rögzítése, célszerű ábrázolása s ezek alapján a vizsgált anyagra nézve eloszlásjellemzők megállapítása, a matematikai statisztika feladata a valószínűség-számítás megállapításainak — mint matematikai megállapításoknak — átvitele a vizsgálati eredményekre, azok értékelése szempontjából.

a) A leíró statisztika szerepe

A véletlen hibák hatását — a fent említett különlegesen anyagvizsgálati értelemben — a laboratóriumba 1956. év folyamán beérkező s az akkori szabvány szerint nagyszilárdságú falazó téglának minősített, szabványos próbatestek nyomószilárdsági eredményei alapján kívánom szemléltetni s egyben összeállítani — levezetés mellőzésével — a leíró statisztika legfontosabb alapfogalmait, egyszerűség okából egy paraméteres esetlegességi változókra, majd ezzel a példával



7. ábra. Téglavizsgálatok eredményei

kapcsolatban a matematikai statisztikai értékelés alapelemeire is rámutatni. Törésre került összesen $k = 47$ sorozat, $n = 10$ –10 darab próbatesttel. A 7. ábra időrendi sorrendben tünteti fel az egyes minták (szűrőpróbák) középértékét, számtani közepét

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

azok szórását (mértékadó eltérését)

$$s_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}_i^2} \quad (2)$$

amelyből a korrigált szórás (az s_i szórás torzítatlan becslése):

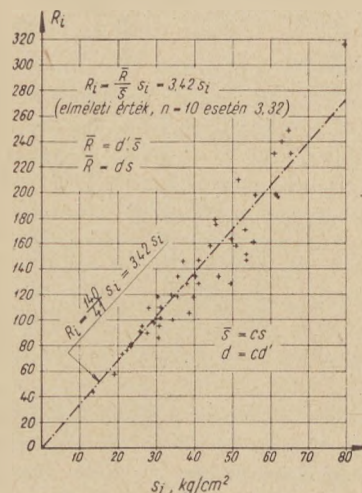
$$s_i^* = \sqrt{\frac{n}{n-1}} s_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2} \quad (3)$$

képletből nyerhető, Az egyes minták terjedelmét

$$R_i = x_{i \max} - x_{i \min} \quad (4)$$

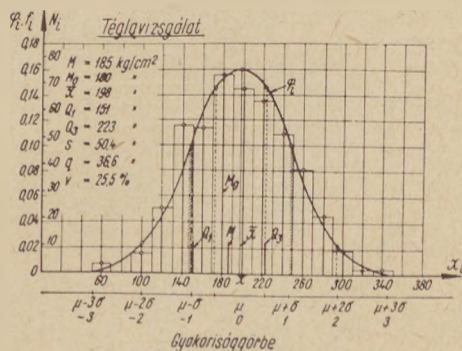
Elsősorban kis elemszámú minták esetében előnyös a korrigált szórás használata, minthogy ennek várható értéke éppen az elméleti szórás, vagyis a korrigált szórás négyzete éppen az elméleti szórás négyzete körül ingadozik. Egyébként általában az értékelés során jelentőség nélküli, hogy n -nel, vagy $n - 1$ -gyel osztunk.

Ez az ábra elsődlegesen az ipari előállítás időrendi minőségi változásait jellemzi.

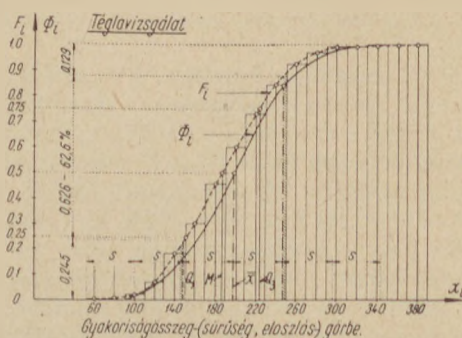


8. ábra. Összefüggés a szórás és terjedelem között

A 8. ábra a szórás és terjedelem közti — a gyakorlatilag is pozitív lineáris — összefüggést tünteti fel, míg a 9. és 10. ábra az $N = 470$ elemből álló nagyminta leíró statisztikai értékelését: a gyakoriság- és sűrűség, vagy eloszlás függvényét



9. ábra. A 7. alatti eredmények gyakoriság függvénye



10. ábra. A 7. alatti eredmények eloszlás függvénye

ábrázolja. A gyakorlatban az egymáshoz közelálló eredményeket egy azonos nagyságú szakaszba (a) foglaljuk össze s ezt a szakaszközéphez (esetleg súlyponthoz) rendeljük (x_i). Az egy szakaszba összefoglalt eredmények száma legyen N_i , azonos terjedelmű szakaszok száma m , a teljes elemszám

$$N = \sum_{(m)} N_i \quad (5)$$

A célszerűen választható szakaszán *Geiger* szerint

$$m = 2\sqrt[3]{N} \quad (6)$$

A példában $a = 20 \text{ kg/cm}^2$, $m = 17$.

A gyakoriság- és sűrűségfüggvény ábrázolására, de magának a számításoknak végrehajtására is, az eredményeket nagyság szerint nem csökkenő sorrendbe rendezzük. A 9. ábra függőleges tengelyére az x_i eredmény viszonylagos gyakoriságát

$$f_i = \frac{N_i}{N} \quad (7)$$

a 10. ábra függőleges tengelyén az x_i eredménye eloszlására jellemző *sűrűség* — (gyakoriságösszeg) értékeket

$$F_i = \sum_{(m)} f_i \quad (8)$$

raktuk fel.

A leíró statisztika alapján a vizsgálat eredménye: az *eloszlásjellemzők* megállapítása. Ezek az alábbiak.

E nagy minta számtani közepe az ún. *mintabeli közép* az

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum N_i x_i = \sum f_i x_i \quad (9)$$

képlet alapján

$$\bar{x} = 198,0 \text{ kg/cm}^2$$

és az

$$\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{(k)} \bar{x}_i \quad (10)$$

képlet alapján

$$\bar{x} = 199,5 \text{ kg/cm}^2$$

a *mintabeli* szórás s , az

$$s = \sqrt{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\sum f_i x_i^2 - \bar{x}^2} \quad (11)$$

képlet alapján $50,4 \text{ kg/cm}^2$ értékre adódott.

A rendezett sorban az

$$F_i = \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}$$

értékhez tartozó értékek: az alsó kvartilis (Q_1), medián (M), felső kvartilis (Q_3), az $f_{\max}$ -hoz tartozó érték a módusz (M_0), a *valószínű eltérés*

$$q = \frac{1}{2} (Q_3 - Q_1) \quad (12)$$

a *változási (variációs) együttható* (a szórás fajlagos értéke) a

$$v = \frac{s}{\bar{x}}$$

ill.

$$v = \frac{s}{\bar{x}} 100 (\%) \quad (13)$$

A szóbanforgó példában

$$q = \frac{1}{2} (223 - 151) = \pm 36 \text{ kg/cm}^2$$

$$M = 185, \text{ kg/cm}^2$$

$$M_0 = 180 \text{ kg/cm}^2,$$

$$v = 0,255, \text{ ill. } 25,5\%$$

b) Valószínűségi eloszlások

A leíró statisztikai módszerrel feldolgozott eredményeket bizonyos — a valószínűség számításban kialakult — *valószínűségi eloszlásokkal* célszerű összehasonlítani. Ez elemi úton, különleges következtetések nélkül, átmeneti feladat a leíróstatisztikától a matematikai statisztika felé. A gyakorlati következtetések levonása, minőségi előírások megadása stb. a valószínűségelmélet alapján — már matematikai statisztikai feladat. Anyagvizsgálati szempontból — az anyagjellemzőkkel kapcsolatban végzett értékelések szerint — a nagyelemű (N) mintákkal, vagy ismételt nagyszámú (k) kisélemű (n) mintákkal feldolgozott eredmények közelítően szabályos ún. *Gauss-féle eloszlásból* kiragadott mintasorozat elemeinek tekinthetők. Kis minta esetén a középérték ingadozásra rendszeren a *Student*-, esetleg a *binomiális eloszlás*, szórásnégyzetre az χ^2 -eloszlás jöhet szóba.

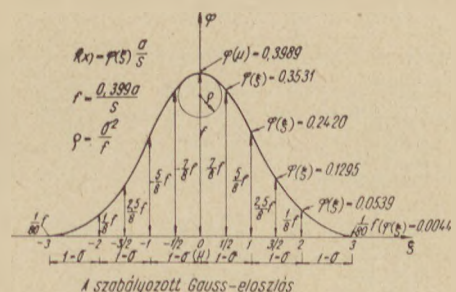
A gyakorlatban összehasonlítás céljára a *szabványosított Gauss-féle eloszlást* használjuk, amelyet a

$$\varphi(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\xi^2}$$

gyakoriság függvény jellemez. Ebben

$$\xi = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (14/a)$$

a zérusközépre és egységsszórásra szabványosított változó, ahol x egy tetszőleges esetlegességi változó, μ a — mediánnal, módusszal összeeső —



11. ábra. A szabványosított Gauss-eloszlás

ξ értékek

2. táblázat

c, d, d' értékek

3. táblázat

A megbízhatósági szám ξ	Statistikus biztonság (valószínűségi szint) % (β)		Kockázat % (α)	
	kétoldali (β_2)	egyoldali (β_1)	kétoldali (α_2)	egyoldali (α_1)
0	0	50	100	50
1,000	68,26	84,13	31,73	15,87
1,6449	90,0	95,0	10,0	5,0
1,88	94,0	97,0	6,0	3,0
1,96	95,0	97,5	5,0	2,5
2,000	95,44	97,72	4,56	2,28
2,17	97,0	98,5	3,0	1,5
2,5	98,76	99,38	1,24	0,62
2,5785	99,0	99,5	1,0	0,50
3,000	99,73	99,865	0,27	0,135
3,2905	99,9	99,95	0,10	0,05
3,8906	99,99	99,995	0,010	0,005
4,0000	99,994	99,9955	0,003	0,0015

n	c	d	d'
2	0,5642	1,128	1,999
3	0,7236	1,693	2,340
4	0,7979	2,059	2,581
5	0,8407	2,326	2,767
6	0,8686	2,534	2,917
7	0,8882	2,704	3,044
8	0,9027	2,847	3,154
9	0,9139	2,970	3,250
10	0,9227	3,078	3,336
11	0,9300	3,173	3,412
12	0,9359	3,258	3,481
15	0,9490	3,472	3,659
20	0,9619	3,735	3,883
25	0,9696	3,931	4,054
30	0,9748	4,086	4,192
40	0,9811	4,322	4,405
50	0,9849	4,498	4,567
75	0,9900	4,806	4,855
100	0,9925	5,015	7,053

értékelés megbízhatóságára jellemző érték, a megbízhatósági szám (2. táblázat).

Ha megakarunk maradni a 68,26% biztonság mellett, a megbízhatósági határ csökken. Így pl. $\Phi(\xi) = 0,5000 + 0,3173 = 0,8173$ értéknek $\xi = 0,90$, az alsó megbízhatósági határ $\bar{x} - 0,9 s_x$.

Amint a 8. ábrán láttuk s ez elméletileg s gyakorlatilag igazolható, a minta terjedelme és szórása között szigorú, pozitív korreláció van, azaz a szórás becsülhető a szűrőpróbák közepes terjedelme segítségével. Ha az átlagos, közepes terjedelem k számú, n elemű szűrőpróba esetén

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum R_i \quad (18)$$

a minták szórásainak átlagos szórása az ún. mintabeli középszórás

$$\bar{s} = \frac{1}{k} \sum s_i \quad (19)$$

Az átlagos terjedelemmel kifejezve

$$s = \frac{1}{d'} \bar{R} \text{ ill. } \bar{R} = d' s \quad (20)$$

ahol d' a szűrőpróba számától (n) függő érték. Minthogy a mintabeli középszórás ($\bar{s}$) és az alapsokaságot jól reprezentáló elegendő nagy minta szórása (s) között — a szűrőpróba elemszámtól függő összefüggés elméletileg és gyakorlatilag kimutatható, azaz

$$s = \frac{1}{c} \bar{s} \text{ ill. } \bar{s} = c s \quad (21)$$

az átlagos terjedelemből a nagy minta szórása (s), illetve ezen keresztül az alapsokaság szórása (σ) is megbecsülhető.

A fenti egyenlőség felhasználásával

$$s = \frac{\bar{s}}{c} = \frac{\bar{R}}{cd'} = \frac{\bar{R}}{d} \quad (22)$$

ahol c és d a mintaelemszámtól függő táblázatosan kiszámítható érték, c , d és d' értékeit szabványos (normális) eloszlásra a 3. táblázat tartalmazza.

A továbbiakban az alapsokaság (a tétel) eloszlásjellemzőit az alábbi görög betűkkel jelöljük:

μ : az alapsokaság középpértéke, az ún. mintavételi közép,

σ : az alapsokaság szórása, a mintavételi szórás.

Ha az alapsokaság eloszlásjellemzőit ismerjük vagy megbecsültük μ , σ értékeket, esetleg v változási együttható nagyságát, a megbízhatósági határokat: $\mu \pm \xi \sigma_x$, ahol σ_x a szűrőpróba középpértékeinek (x_i) szórása és ξ a megvizsgált anyagra vonatkozó megbízhatósági szám, a választott valószínűségi szinttől, statisztikus biztonságtól (β) függő tényező (2. táblázat), előírhatjuk ezzel az előállítási folyamat ellenőrző próbáira nézve a statisztikus jellemzőket. Az alapsokaság eloszlás jellemzőinek megbecslésére, ha a leíró statisztikai adatok értékelése alapján a minta nagy elemszámú ($N > 200$) vagy ha a kis elemű ($n < 30$) szűrőpróbák száma elegendő nagy ($kn > 200$), vagy ha a kisebb számú szűrőpróbák ($k > 10$) nagy elemszámúak ($n > 30$), de $kn > 200$ az alábbiakat vehetjük figyelembe:

Az n elemű szűrőpróbák középpértékeinek (x_i) középpértéke $\bar{x}$ az alapsokaság középpértékével (μ) megegyezőnek vehető, azaz

$$\mu \approx \bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{(i)} x_i \quad (10)$$

Az x_i középpértékek σ_x szórása a szűrőpróba n elemszámától függ. σ és σ_x közti összefüggés:

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (23)$$

Ha az alapsokaság szabályos eloszlású, a x_i középpértékek eloszlása ugyancsak szabályos. Ha az alapsokaság nem szabályos eloszlású, a középpértékek eloszlása közelítően szabályos.

Az alapsokaság szórása megbecsülhető

$$\sigma \sim s = \sqrt{\frac{1}{kn} \sum (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (24)$$

Ha $k \gg$ és $n > 30$

$$\sigma \sim s = \frac{1}{k} \sum s_i \quad (25)$$

egyenlőség használható.

Ha k nem elegendő nagy $n < 30$, de célszerűen $kn > 100$ az alapsokaság szórása az előbbieken alapján számított s képletből becsülhető meg

$$\sigma \sim s = \frac{\bar{s}}{c} = \frac{\sum s_i}{kc} \quad (26)$$

Ha a szórás helyett a korrigált szórás érdekel bennünket, az s , a σ stb. értékeket

$$\sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

értékkel szoroznunk kell.

Az elég nagy számú szűrőpróbák s_i szórásának szórása (σ_s), szabályos eloszlás esetén

$$\sigma_s = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}} \quad (27)$$

értékűnek s eloszlása közelítően szabályosnak vehető.

A vizsgálat tárgyát képező példánkban a mintabeli középszórás (s) a (19) képlet alapján $41,0 \text{ kg/cm}^2$ s az

$$s' = \sqrt{\frac{1}{k} s_i^2} \quad (28)$$

képlet alapján $43,4 \text{ kg/cm}^2$

A minták középértékeinek szórása (s_x) s a minták szórásának szórása (s_σ) $n = 10$ esetén

$$s_x = \frac{50,4}{\sqrt{10}} = 15,9 \text{ kg/cm}^2$$

$$s_\sigma = \frac{50,4}{\sqrt{2 \cdot 10}} = 11,3 \text{ kg/cm}^2$$

lenne s a tényleges érték az

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k} (\bar{x}_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum x_i^2 - \bar{x}^2} \quad (29)$$

képlet alapján $k = 47$ esetén $29,0 \text{ kg/cm}^2$ és az s_i szórások szórása

$$s_\sigma = \sqrt{\frac{1}{k} (s_i - \bar{s})^2} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum s_i^2 - \bar{s}^2} \quad (30)$$

képlet alapján $14,1 \text{ kg/cm}^2$

Az átlagos terjedeleme $\bar{R} = 140 \text{ kg/cm}^2$.

A minták (szűrőpróbák) elemszámának befolyását élénken szemléltetik az alábbi adatok. Ha a vett szűrőpróbák elemszámát — az időrendben beérkezett vizsgálati objektumoktól — sorrendben $N = 10, 20, 30, 40, 400, 470$ -re választjuk, $\bar{x}$, s , ill. s -re ($n = 10$ elemszámú szűrőpróbaiból) vonatkozó értékek sora $197,2, 208,2, 195,3, 195,0, 200,6, 198,9; 43,1, 54,0, 50,6, 47,0, 51,2, 50,4$, ill. $43,1, 52,9, 44,9, 41,2, 40,2, 41,0 \text{ kg/cm}^2$ nagyságúra adódtak. Amint látjuk — s erre a matematikai statisztikai elmélete tanít — a mintabeli közép ($\bar{x}$) (a szűrőpróbák középértéké-

nek közepe) a mintavételi közép (μ) az anyagsokaság (alapsokaság, tétel) középértéke felé tart, ha a szűrőpróbák száma (k) elegendő nagy; azonban az $\bar{x}_i$ közepek szórása (s_x) kisebb a tétel szórásánál (σ) és ez elég nagyszámú minta esetén az anyagsokaság szórásának (σ) $\sqrt{n}$ -ed része felé tart. Megállapítható az is, hogy a szórás és terjedeleme között gyakorlatilag lineáris összefüggés van, valamint az is, hogy az elég nagy mintával reprezentált alapsokaság eloszlása normális eloszlásúnak vehető. A mintabeli középszórás (s , s') még elég nagy mintaszámú (k) esetén is, ha a minta elemszáma (n) kicsiny, kisebb, mint a nagy minta (ill. tétel) szórása

$$\frac{\bar{s}}{s} = \frac{41,0}{50,4} = 0,81 \quad \frac{s'}{s} = \frac{43,4}{50,4} = 0,85$$

Ellenben elég nagy elemszámú ($n > 30$) és viszonylagos kis mintaszámú ($k > 10$) szűrőpróbasorozat esetén $s \approx s'$. Pl. $k = 10$ db — időrendi sorrendben kiválasztott — $n = 40$ elemszámú szűrőpróba alapján $\bar{x} = 200,6 \text{ kg/cm}^2$, $\bar{s}_{40} = 51,2 \sim s = 50,4$ értékűre adódott.

A 3. táblázat adataival az s és R értékekből meghatározható szórás (s), ill. minthogy a minta nagy ($N > 100$) a szűrőpróbaszám nagy ($k > 30$, $n = 10$) — az alapsokaság szórása

$$\sigma \sim s = \frac{\bar{s}}{c} = \frac{41,0}{0,923} = 44,4$$

$$\sigma \sim s = \frac{R}{d} = \frac{140}{3,258} = 43,4$$

Az anyagvizsgálat mintái általában visszatekél nélküliek, azaz a megvizsgált próbák nem kerülhetnek vissza az alapsokaságba, rendesen elhasználandóknak, tönkremennek. Minthogy az alapsokaság végtelen nagynak vehető, feltételezhető, hogy a minta, illetve a minták eloszlása az alapsokaságot reprezentálja. A minták, vagy nagy minta eloszlás jellemzői alapján az alapsokaság eloszlás jellemzőire következtetni: statisztikai becslés, amelynek eredménye, mint láttuk bizonyos megbízhatósági határon belül, a hozzátartozó statisztikus biztonságot, valószínűségi szint, ill. kockázat mellett érvényes.

A most tárgyalt egyetlen nagymintás példa eloszlás jellemzői alapján — egyrészt mert a minta nem elegendő nagy, illetve nem ismételt, másrészt mert nem visszatételes, az alapsokaság szórására (σ) levonható következtetések nem teljesen kielégítőek, illetve azok csak bizonyos — a szokottnál nagyobb — korlátozással fogadhatók el.

Az anyagvizsgálat leíró statisztikai módszerrel feldolgozott eredményei segítségével bizonyos megbízhatósági határ és statisztikus biztonság mellett, ha a vizsgálat a fent végzett értelemben kielégítőnek ($N > 200$, ill. $kn > 200$) mondható, általában következtetni tudunk az alapsokaság eloszlás jellemzőinek valószínűen várható értékére az

$$\bar{x} - \frac{\xi\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + \frac{\xi\sigma}{\sqrt{n}}$$

azaz

$$\bar{x} - \zeta\sigma < \mu < \bar{x} + \zeta\sigma \quad (31)$$

illetve

$$s - \frac{\xi s}{\sqrt{2n}} < \sigma < s + \frac{\xi s}{\sqrt{2n}}$$

azaz

$$s - \zeta_\sigma s < \sigma < s + \zeta_\sigma s \quad (32)$$

egyenlőtlenségek alapján, illetve a valószínűen várható közép értékekre, vagy ellenőrző szűrőpróbák esetén azok ellenőrzési határai a

$$\mu_v \approx \mu \pm \zeta\sigma \approx \bar{x} \pm \zeta s = (1 \pm \zeta v) \bar{x} \quad (33)$$

és a valószínűen várható szórásra a szerint, hogy $\sigma(s)$, ill. $\bar{\sigma}(s)$ ismert

$$\sigma_v \approx \sigma \pm \zeta_\sigma \sigma = s \pm \zeta_\sigma s = (1 \pm \zeta_\sigma) s \quad (34)$$

ill.

$$\bar{\sigma}_v = \bar{s} \pm \zeta_\sigma s = (c \pm \zeta_\sigma) s \quad (34a)$$

egyenlőségek alapján feltéve, hogy $\bar{x} = \bar{x} \sim \mu$ és $s \sim \sigma$ fennáll. E képletekben

$$\zeta = \frac{\xi}{\sqrt{n}} \quad (33/a)$$

$$\zeta_\sigma = \frac{\xi}{\sqrt{2n}} \quad (34/a)$$

és ξ a statisztikus biztonságtól függő ún. megbízhatósági tényező, v a változási együttható, n a vizsgált nagy mintaelem száma, vagy ellenőrző szűrőpróba esetén annak elemszáma az ellenőrzési határok számára. A (33) és (34) egyenlőségekben μ_v -nek és σ_v -nek két értéke μ -re és σ -ra nézve a feltételezett megbízhatósági határ mellett, két korlátot jelent.

Ha a szűrőpróbák elemszáma kicsiny ($n < 30$, $kn > 100$), akkor

$$\sigma \approx s = \frac{\bar{s}}{c} = \frac{\bar{R}}{d}$$

A tárgyalt példában pl. $\xi = 2,58$ a megbízhatósági szám, $\beta_2 = 99,00\%$ mellett, $n = 10$ elemszámú szűrőpróbákra nézve valószínűen várható értékek, ill. ellenőrző határok:

$$\zeta = \frac{2,58}{\sqrt{10}} = 0,81$$

$$\zeta_\sigma = \frac{0,81}{\sqrt{2}} = 0,57$$

$$s_x = 15,9; \quad s_x = 11,3$$

$$\mu_v = 198,0 \pm 0,81 \cdot 50,4 = 198 \pm 41$$

$$\sigma_v = 50,4 \pm 0,57 \cdot 50,4 = 50,4 \pm 29,0$$

$$\bar{\sigma}_v = 41,0 \pm 0,57 \cdot 50,4 = 41 \pm 29$$

azaz a középérték ellenőrző határai 239 és 157, a szórásé 79,4 és 21,4, az átlagos szórásé 70 és 12.

Ha a szűrőpróbák elemszámát növelhetjük ($n > 30$), a várható érték ugyanolyan valószínűségi szint mellett kisebb ingadozást mutat. Így pl.

$\beta_2 = 99,73\%$ valószínűségi szint mellett

$$\zeta = \frac{3}{\sqrt{30}} = 0,55$$

$$\zeta_\sigma = 0,39$$

$$\sigma_x = 9,2$$

$$\mu_v = 198 \pm 28$$

$$\sigma_v = 50,4 \pm 19,7$$

Ha ellenben a valószínűségi szintet növelni, vagy csökkenteni akarjuk, azzal a várható érték ingadozása csökkenthető, illetve növelhető ugyanolyan próbaelemszám mellett. Ha az elemszámot növeljük, az ingadozás ugyanolyan valószínűségi szint mellett kisebb lesz. Pl. 95,00%-os valószínűségi szint $n = 10$ esetében

$$\zeta = \frac{1,96}{\sqrt{10}} = 0,62$$

$$\zeta_\sigma = 0,44$$

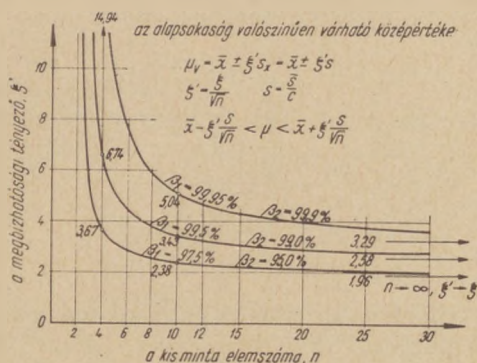
Mint ahogy akkor, ha a mintaelemszám egyetlen mintánál, vagy kevés számú mintánál ($n < 30$) kicsiny, σ_x megbecslése a fenti gyökös képlet alapján, a minta szórásából (s_x) még gyakorlati szempontból is jelentős hibát okoz, szabályos elosztás esetére táblázatokot dolgoztak ki, amelyekből a megbízhatósági tényezőnek empirikus értékei — különböző statisztikus valószínűség és különböző mintaelemszám mellett — kivehetők (*Student-féle táblázatok*). Ezeket az értékeket (ξ') az alapsokaság σ , szórására a 4. táblázatban és

4. táblázat

 ξ' értékek

n	Valószínűségi kétoldali (egyoldali) szint			$\frac{n}{n-1}$	$\sqrt{\frac{n}{n-1}}$
	95,00 (97,5)	99,00 (99,5)	99,9 (99,95)		
2	17,97	90,03	900,28	2	1,4142
3	5,270	12,155	38,70	1,5	1,2247
4	3,674	6,745	14,94	1,3333	1,1547
5	3,104	5,147	9,626	1,25	1,1180
6	2,816	4,417	7,513	1,2	1,0954
7	2,643	4,004	6,436	1,1666	1,0801
8	2,528	3,740	5,778	1,1428	1,0690
9	2,446	3,558	5,346	1,125	1,0606
10	2,384	3,426	5,039	1,1111	1,0540
11	2,337	3,324	4,811	1,1100	1,0488
12	2,299	3,244	4,634	1,0909	1,0444
15	2,221	3,081	4,285	1,0714	1,0351
20	2,147	2,935	3,984	1,0526	1,0259
25	2,106	2,854	3,822	1,0416	1,0205
30	2,080	2,803	3,722	1,0345	1,0171
40	2,047	2,740	3,615	1,0256	1,0127
50	2,030	2,708	3,535	1,0204	1,0101
75	2,005	2,660	3,448	1,0135	1,0067
100	1,994	2,639	3,406	1,0101	1,0050
∞	1,960	2,576	3,291	1,0000	1,0000

a 13. ábrában adtuk meg, n nagy értékeire nézve a *Student*-eloszlás közel megegyező a normális eloszlással. Ha pedig x_i és s_i mint számított értékek, valamint az előírt μ mintavételi közép is-



13. ábra. A kisminták megbízhatósági határai

mert, ξ' az alábbi egyenlőségből határozható meg:

$$\xi' = \sqrt{n} \frac{\bar{x}_i - \mu}{s_i} \quad (35)$$

Ez a tényleges ξ' érték a IV. táblázat empirikus értékével összehasonlítható s a vizsgálat értékelhető.

Általában

$$x - \frac{\xi' s}{\sqrt{n}} < \mu < x + \frac{\xi' s}{\sqrt{n}} \quad (36)$$

egyenlőtlenség teljesülése írható fel, bizonyos valószínűséggel az alapsokaság várható μ értékeire; ezt írhatjuk oly módon is, bevezetve — mint fentebb — a μ_v várható érték fogalmát, hogy

$$\mu_v \approx x \pm \xi' s = (1 \pm \xi' v) \bar{x} \quad (37)$$

ahol

$$\xi' = \frac{\xi}{\sqrt{n}} \quad (38)$$

és s a vizsgált n elemű minta szórását jelenti. A (37) számú képlet egyben a kisminta alapján a középérték ellenőrzési határai megállapítására is lehetőséget ad, természetesen lényegesen kisebb megbízhatósággal. Ha a szórás helyett a korrigált szórással (s) dolgozunk, a táblázati ξ' érték

$$\sqrt{\frac{n-1}{n}} \text{-el}$$

szorzandó.

Amíg kis minta alapján a tétel középértékének ingadozására még elfogadható megbízhatósággal következtethetünk, a szórás szórására való következtetés erősen bizonytalan. Pontosabb vizsgálat esetében célszerűbb a várható ellenőrzési hatások megállapítására az χ^2 elosztással dolgozni. Első közelítésül a (34) képlethez hasonló képlettel számolhatunk, de ξ helyett ξ'_s -szel, azaz

$$\sigma_v = s \pm \xi'_s s = (1 \pm \xi'_s) s \quad (39)$$

ahol

$$\xi'_s = \frac{\xi'}{\sqrt{2n}} \quad (39/a)$$

Általában az $\bar{x}$ becslés relatív hibáját, türesét, pontosságát a

$$\left| \frac{\mu - \bar{x}}{\mu} \right| = \alpha$$

értékkel jellemezzük. A relatív hiba és a v változási együttható, a megbízhatósági tényező s az n elemszám közt az

$$n \geq \frac{\xi^2}{\alpha^2} v^2 \quad (41)$$

illetve

$$n = \frac{\xi^2}{\alpha^2} v^2 \quad (41/a)$$

vagy

$$\alpha = \frac{\xi}{\sqrt{n}} v \quad (42)$$

összefüggések írhatók fel.

Mint hogy a változási együttható általában

$$v = \frac{\sigma}{\mu}$$

a relatív hiba tényleges értéke a műszaki gyakorlatban

$$|\mu - x| < a = \alpha \mu \quad (43)$$

formában adott, az

$$n \geq \frac{\xi^2}{a^2} \sigma^2 \quad (44)$$

illetve

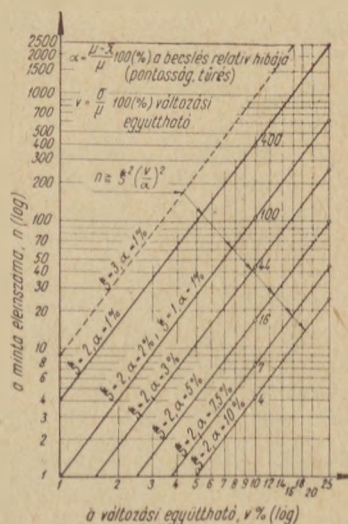
$$n = \frac{\xi^2}{a^2} \sigma^2 \quad (44/a)$$

vagy

$$a = \frac{\xi}{\sqrt{n}} v \quad (43/a)$$

egyenlőtlenséggel, illetve egyenlőséggel is dolgozhatunk.

Hasonló egyenlőtlenség, illetve egyenlőség alkalmazható ξ' -re nézve is, ahol ξ helyébe ξ' kerül. Az n képletéből világosan kitűnik a próbaszám helyes megválasztásának fontossága azonos



14. ábra. Összefüggés a változási együttható és elemszám közt

biztonság elérésére (14. ábra). Az ábra tanúsága szerint a megbízhatósági határ bővítésével, a fajlagos szórás növekedésével azonos pontosság mellett a próba szükséges elemszáma kvadratikusan növekszik.

Nézzük ezután a szóbanforgó példánk adatait s kísérjük meg az elmondottak tényleges értékekkel való megvilágítását. Nézzük az 1, 2, 3 sorszámú 10 elemszámú álló mintából összeállított egyetlen 30 elemű minta adatait s vonjuk le a megfelelő következtetéseket az alapsokaságra nézve. A 30 elemszámú minta eredményei:

$$\bar{x} = 193,5 \quad s = 50,6 \quad v = 26,0\% \quad s = 9,2$$

Pl. $\beta_2 = 95\%$ -os valószínűségi szinten $\xi = 1,960$, $\xi' = 2,08$, így ξ -vel számolva: $\alpha_{95} = 9,3\%$. ξ' -vel számolva, amely kis elemszám esetén a helyes eljárás: $\alpha_{95} = 9,9\%$

$$\mu_v = 193,5 \pm 2,08 \cdot 9,2 = 193,5 \pm 19,2$$

Tehát pl. 9,9%-ra pontos középérték (1,099 · 193,5 = 212,7 és 0,901 · 193,5 = 174,3) tartozik a 95%-os szinthez.

Vizsgáljuk meg most ugyanebből az anyagból az 1. sorszámú minta segítségével a valószínűen várható értékeket az $\bar{x} = 197,2$, $s = 43,1$, $v = \pm 0,218 \sim 21,8\%$ adatokkal. A valószínűségi szint $\beta_2 = 95\%$; $\xi' = 2,40$,

$$\xi' = \frac{2,4}{\sqrt{10}} = 0,76$$

$$\alpha = \frac{2,4}{\sqrt{10}} \cdot 21,8 = 16,5\%$$

$$\xi' s = 32,5 \quad \xi'_s = 0,54$$

$$\mu_v = 197,2 \pm 32,5 = \begin{cases} 229,7 \\ 164,7 \end{cases}$$

$$\sigma_s = \begin{cases} 77,7 \\ 23,1 \end{cases}$$

A középérték 95% szint mellett $\pm 16,5\%$ -ra pontos.

Ha pedig az $N = 470$ elemszámú egyetlen nagy mintát vesszük alapul s annak alapján vizsgáljuk meg a középérték ($\bar{x}$), alapsokaságra vonatkozó középértékhez (μ) viszonyított ingadozásait 97%-os, a téglavizsgálatoknál elegendő egy oldali valószínűségi szint mellett, minthogy $\xi = 1,88$

$$\xi = \frac{1,88}{\sqrt{470}} = 0,087$$

$$\alpha = 0,087 \cdot 25,5 = 2,2\%$$

$$\mu_v = 198 - 0,087 \cdot 50,4 = 198 - 4,4 = 193,6$$

5. Az anyagvizsgálat feladatai s azok értékelése

Az általános fejtegetések után nézzük meg, hogy a műszaki gyakorlat milyen legfontosabb feladatok megoldására igényli az anyagvizsgálatot s a felvetett kérdések az elmondottak figyelembevételével mi módon oldhatók meg.

1. Mindenekelőtt szükséges az ún. szabványosított, vagy még nem szabványosított, de az ipar-

ban bevezetett anyagok folyamatos ellenőrző vizsgálata abból a célból, hogy a gyakorlatban felhasznált anyag megfelele-e a szabványelőírásoknak, valóban alkalmazható-e? Ily esetben tehát adott az előírás a középértékre ($\bar{x}_0$), vagy annak határait (x_{0a} , x_{0f}), esetleg a szórás (s_0) vagy annak határai (s_{0a} , s_{0f}) vagy valamely képlet a szórással csökkentett értékre stb. Általában valamely Y_0 előírt érték összehasonlítandó a minta alapján meghatározott Y értékkel a

$$Y \geq Y_0 \quad \text{vagy} \quad Y \leq Y_0$$

egyenlőtlenség felhasználásával. Ezeket a vizsgálatokat a laboratóriumban, vagy esetleg a felhasználás helyén, rendszeren szabványosított, de kevés (3–10) számú próbadarabbal hajtjuk végre. Ilyen esetben, 3–4 próbadarab esetén, a számtani közép megadásával, nagyobb számú ($n > 5$) próbadarab esetén a szórásnak és az ezzel csökkentett számtani középnek megadásával elégszünk meg s az anyag szabványos minősítését ezekkel az egyszerű adatokkal végezzük.

Felhasználandó képletek a számtani közép nézve az (1) jelű képlet, a szórássra, illetőleg a korrigált szórássra a (2), vagy (3) képlet, az ellenőrzési határookra nézve a (33), illetve (37) típusú képlet s az anyagvizsgáló gyakorlatban gyakori kívánságra, az alsó ellenőrzési határra nézve (x_a) az

$$x_a = \bar{x} - \xi' s \quad (45)$$

és

$$x_a < \gamma \bar{x} \quad (46)$$

vagy

$$\bar{x}' = \frac{1}{\gamma} (\bar{x} - \xi' s) = \frac{1}{\gamma} (\bar{x} - s_r) \quad (47)$$

képlet, ahol ξ' a megbízhatósági tényezőtől s az elemszámtól (n) függő tényező (pl. 38. képlet), γ csökkentő tényező, amely a szóbanforgó anyag előállítási tapasztalati ingadozására vonatkozó érték (az anyagkategóriától függően 0,70–0,9), s_r a redukált szórás. s_r számítását az egyes szabályzatok írják elő.

2. A második feladat, az ugyancsak szabványosított vagy bevezetett anyagok előállítási vizsgálata, a gyártás folyamatának, a felhasznált anyagok egyenletességének, gyártásjavítási lehetőségeknek stb. megállapítása céljából. Ezeket a vizsgálatokat lehetőleg nagyszámú próbadarabbal, vagy ismételt folyamatos sorozatvizsgálattal, kisebb elemszámú mintákkal hajtjuk végre, és pedig abból a célból, hogy a szóbanforgó és felvetett kérdésekről közelítő statisztikai szemléletünk legyen és azokat értékelve, kritikai megállapításokat tehessünk a vizsgált viszonyokra, javaslatokat az esetleges módosításokra, vagy igazolhassuk feltevéseink helyességét.

Ilyen esetekben a gyártott anyagmennyiségnek (alap- vagy anyasokaságnak) csupán egyes egyedeit ragadjuk ki, azokat mint esetleges mintadarabokat és az N számú egységből álló mennyiséget, mint esetlegességmintát, mintavételi sokaságot, vetjük vizsgálat alá. A vizsgálat lehet — mint ismert — roncsolásos, vagy roncsolásmentes, általában visszatétel nélküli, kivévn a tűrés, méret

stb. vizsgálatokat. Világos tehát, hogy nagyfontosságú a mintavétel lebonyolítása, az esetleges kérdés. Ennek elősegítésére szolgálnak a statisztikusok által készített mintavételi táblázatok általában, vagy az ezeket helyettesítő és elveinek megfelelő szabványmintavételi előírások (l. pl. MSz. 245. „Próbavétel tömegcikkék minősítéséhez”). Ezek betartása döntő jelentőségű, mert csak ekkor tételezhető fel, hogy a megvizsgált minta jellemzői alkalmasak az alapsokaság jellemzőinek megfelelő és megbízható megadására, pontosabb becslésére.

Ennek a feladatnak a megoldásához szükséges vizsgálatok a valószínűségelmélet matematikai statisztika-fejezetének elvei szerint végezhetőek el.

A leíró statisztika módszerével mindenekelőtt megállapítjuk a minta eloszlásjellemzőit, a középértéket, $[(9) \text{ jelű képlet}]$, a szórást, s $[(11) \text{ képlet}]$, a változási együtthatót, v $[(13) \text{ képlet}]$, majd megkövetelt statisztikus biztonsággal, az előírt elemi számra vonatkozó (n) megbízhatósági határokat általában (33) , illetve (37) képlettel, ezeket összevetjük az előírásokkal, majd a tényleges és ideális gyakorisággörbe összehasonlítása útján, az előállítás egyenletességére, az esetleges műszaki javításra vonunk le következtetéseket, végül az alapsokaság várható eloszlásjellemzőit igyekszünk közelítően megállapítani a (33) és (34) képletek alapján.

Egyetlen nagymintás ($N = 470$) vizsgálatra példa az ismertetett téglavizsgálat, amelyre vonatkozó eloszlásjellemzőket a 9. és 10. ábrákon ábrázoltuk. Az észlelési eredmények közelítően szabályos eloszlást követnek. Sorozatvizsgálatra ugyanezen vizsgálatnak eredményeit időrendi sorrendben a 7. ábrán tüntettük fel. Ellenőrzési határokat a középértékből (198) és az átlagos szórásból $(41,0)$ kiindulva, célszerűen legalább $\beta_2 = 99\%$ -os statisztikus biztonsággal, az ehhez tartozó $\xi = 2,58$ -as megbízhatósági számmal, $n = 10$ elemi számra, a középértékre és az átlagos szórásra nézve

$$x_{a, f} = x_c = 198 \pm 0,81 \cdot 50,4 = \begin{matrix} 239 \\ 157 \end{matrix}$$

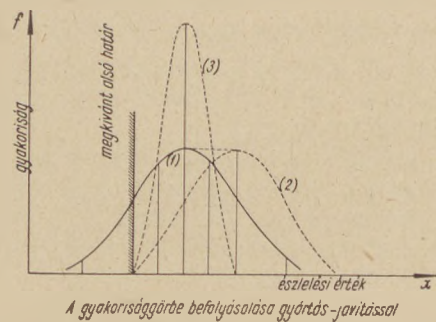
$$s_{a, f} = s_v = 41 \pm 0,57 \cdot 50,4 = \begin{matrix} 70,0 \\ 12,0 \end{matrix}$$

értékeket kapjuk.

Lássunk a gyakorisággörbe alapján egy-egy példát az értékelésre.

A műszaki gyakorlatban a középérték körüli szórásnak egy meghatározott értékét adjuk meg, amelyet még megengedhetőnek tartunk: ez a középérték körül megengedhetőnek tartott szórásérték a tűrés $(\pm \xi \sigma, \pm \xi s)$. Legyen $\xi = 1$. Ez különösen akkor indokolt, ha a vizsgált anyagban egymáshoz közelálló, különböző minőségkategóriák vannak, s így az egyik anyagminőségből a másikba való átsorolás a vizsgálati eredmények alapján könnyen, kis selejtlehetőség mellett, eszközölhető. Ebben az esetben a kockázat az előzők szerint 31,7%, a valószínűségi szint 68,3%. Ez annyit jelent, hogy a teljes vizsgálatnak alávetett sokaság szóbanforgó észlelési értékeinek 68,3%-a valószínűleg nem lesz kisebb $\bar{x} - s$ -nél, illetve nagyobb $\bar{x} + s$ -nél. Ha a

tűrés határait szűkítjük, a kockázat — ugyanerre a sokaságra nézve — nő. Teljesen helytelen tehát — a gyártási körülmények megjavítása nélkül — a tűrés mértékének szűkítése, mert ezzel csak növeljük a bizonytalanságot és növeljük a selejtet. Ha pl. valamely anyagra nézve a 15. ábrán (1) -gyel jelölt *gyakorisággüggvényt* nyertük és a 15,8 százalékos kockázati alsó határt meg akarjuk javítani, illetve azt teljesen ki akarjuk küszöbölni, különféleképpen járhatunk el. Vagy gyártási javítást írunk elő és pedig oly módon, hogy a megkívánt alsó határnál kisebb érték előfordulásának valószínűsége nulla (közel nulla) legyen $[(\text{lásd } (2) \text{ j. görbe})]$, de a gyakoriságot megtartjuk a középérték eltolásával a nagyobb értékek felé. Vagy oly módon, hogy a gyakoriságértékeket növeljük, a szórást csökkentjük, az alsó határ

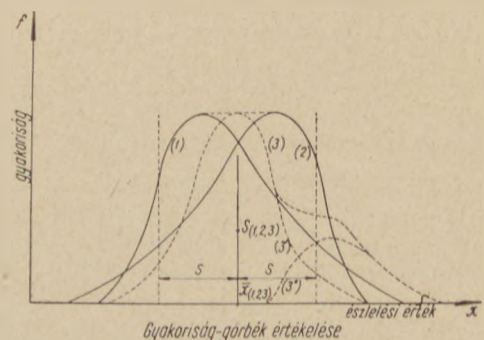


15. ábra. A gyakorisággörbe befolyásolása gyártásjavítással

gyakoriságot közel nullává tesszük és megtartjuk az eredeti középértéket $[(\text{lásd } (3) \text{ j. görbe})]$. Mindkét eljárás műszaki javítással jár, de mindkettő költségtöbbletet okoz. A gazdaságossági számítás döntheti el, hogy kétféle lehetőség közül melyiket választhatjuk. Ugy is eljárhatunk, ha e két változat gazdaságtalannak mutatkoznék, hogy bizonyos nagyobb kockázatot vállalunk és kisebb javítást hajtunk végre.

Láttuk tehát, hogy a gyakorisággörbe a szóbanforgó anyag gyártási, előállítási stb. körülményeire jó bepillantást enged.

Vonjunk le még néhány következtetést a 16. ábrán ábrázolt gyakorisággörbék alapján. Az (1) , (2) és (3) jelű *gyakorisággörbék* ugyanarra a gyártmányra, vagy anyagtulajdonságra vonatkoznak különböző időkhöz végrehajtott nagymintás vizsgálat értékelése alapján. A középérték



16. ábra. A gyakorisággörbék értékelése

mindhárom esetben — nagymintás vizsgálatról van szó — közel azonosra adódott, tegyük fel, hogy a szórás mértéke is azonos. Ha az (1) jelű minta gyakorisággörbét vizsgáljuk, azt kapjuk, hogy az $x - s$ érték előfordulása közel olyan gyakoriságú, mint a középértéké, amíg az $x + s$ érték sokkal kevesebbszer fordul elő. Ez a megállapítás a (2) jelű görbe $x - s$ és $x + s$ értékeire nézve éppen ellenkező, amíg a (3) jelű görbénél az $x - s$ és $x + s$ értékek előfordulása közel azonos, de ez a görbe a nagyobb értékek felé kettős inflexiójú. Az észlelt anyagtulajdonságok alapján az előállítás körülményeire nézve megállapíthatjuk, hogy a vizsgált sokaságok *nem szabályos sokaságok*, továbbá, hogy az (1) jelű görbe által reprezentált anyagban a kisebb értékek sűrűbben, nagyobb gyakorisággal fordulnak elő, mint a nagyobb értékek, ellenben $x - 2s$ -nél kisebb érték előfordulásának valószínűsége nagyon csekélyre korlátozott. A szokásos kockázat mellett azonban gyakrabban kaphatunk kisebb értékeket a közép-nél, mint nagyobbakat. A (2) jelű görbére vonatkozó következtetésünk ezzel éppen ellenkező lévén, összehasonlításként azt mondhatjuk, hogy a (2) jelű anyagcsoportnál alkalmazott előállítási mód kedvezőbbnek látszik, mert a kizárható, selejtnak minősíthető kisebb értékek előfordulásának valószínűsége kisebb, mint a nagyobbaké. A (3) jelű görbe által képviselt anyag előállításában a kisebb értékek előfordulásának valószínűsége javult, ellenben a gyártás szabályosságában zavar, ugrás van; úgy látszik, hogy az előállítás során a sokaságra nem azonos jellegű anyagok kerültek. A (3) görbe tulajdonképpen kétféle, (3') és (3'') minőségű anyag kombinációjából állott elő. A (3') és (3'') anyagok külön-külön közel szabályos eloszlásúak, s amíg (3') anyag középértéke az eredeténél kisebb, a (3'') anyag középértéke pedig nagyobb. Lehetséges azonban az is — ha az alapanyagminőség azonos volt —, hogy az előállítás folyamán valamely előállítási lépésben változás történt. Ha most a kapott értékelés alapján előállítás-javítást kívánunk bevezetni, át kell vizsgálnunk a felhasznált anyagminőségeket, a gyártási technológiát, a mintavételek módját, a gazdaságosság körülményeit stb., s mindezek alapján el kell döntenünk, hogy a szabályosabb eloszlást milyen módon, mely értékek felé eltolódva lehet gazdaságosan végrehajtani.

3. Harmadik feladat új anyagokra *minősítő számok megadása* (szabványelőírásokhoz, vagy valamely elv, elmélet gyakorlat, szabályzati felhasználására, vagy új vizsgálati eljárások kikísérletezésére). Ezeket a vizsgálatokat is — az előbbiekhöz hasonlóan — nagyszámú próbadarabbal kell végrehajtanunk, hogy minősítő számokat, a célnak, a körülményeknek megfelelő megbízhatósággal adhassuk meg. Itt különösen hangsúlyoznunk kell a „*nagyszámú*” minta fontosságát, mert ez ellen az elv ellen az ipari gyakorlat sűrűn vétkezik. Ennek következménye nem kellőképpen kikísérletezett, alá nem támasztott anyagoknak idő előtti és megbízhatatlan bevezetése. A szükséges vizsgálatok ugyancsak a matematikai statisztika segítségével hajthatók végre.

Az alkalmazandó összefüggéseket előbbi ponttal kapcsolatban vázoltuk.

Ilyen esetben — a leíró statisztikai eredmények megállapítása után — *meghatározzuk*, a vizsgálati körülmények figyelembevételével, a *középérték és szórás valószínűen várható értékét a célnak megfelelő valószínűségi szint mellett*. A valószínűségi szint lehet *egyoldali* (ha csak a legkisebb, vagy a legnagyobb érték a lényeges), vagy *kétoldali*. Ezeket az értékeket a minta által reprezentált alapsokaságra elfogadjuk. Ezek alapján meg kell állapítanunk — s ez a 2. alatt részletezett feladat — az ellenőrző vizsgálatokra vonatkozó középérték, illetve szórás előírás szerinti nagyságát az ellenőrzővizsgálat elemszámának megfelelően. Sok esetben nem a szórást írjuk elő, hanem a változási együtthatót (v), vagy a pontosság mértékét (α), vagy mindenkor szórással csökkentett tényleges középérték összehasonlítását az előírt középérték adott csökkentett értékével, esetleg az előbbi előírásszerűen növelt értéknek való összehasonlítását az előírt középértékkel.

A vizsgált téglapéldában a 97%-os egyoldali alsó valószínűségi szintű valószínűen várható középérték $N = 470$ elem esetén $\mu_v = 193,6$ kg/cm²-re adódott. Az alapsokaság várható szórásértéke (σ) azonosnak vehető a nagy minta „ s ” szórásával, 50,4 kg/cm² értékkel.

Minthogy több téglaminőségi kategória van s a szórás téglagyártmányoknál általában elég nagy, egyik kategóriából a másikba az átmenet egyszerű, a „selejt” alacsonyabb kategóriában felhasználható. A valószínűségi szintet — előírás megalkotása céljából — általában alacsonyabbra választhatjuk. Pl. 97%-os kétoldali valószínűségi szint, $n = 10$ elemszám $\xi = 2,17$ mellett, a középértékhatárok $x_f = 228,1$; $x_a = 159,1$; a szórás-határok $s_f = 74,8$, $s_a = 26,0$ s így 159,1 középérték előírás mellett $193,6 - 74,8 = 118,8$ csökkentett érték lenne előírható, ez 0,75, 159,1. Ha a középértéket (x_0) pl. 150-ben adjuk meg, a szórással csökkentett érték kerekén $0,8 \cdot 150 = 120$ kg/cm² lehetne, vagy a szórással csökkentett tényleges középértéket 1,25-el kellene szorozni és előírni, hogy ez ne legyen kisebb 150-nél. Általában tehát

$$\bar{x}_0 \leq x_a = \bar{x} - \frac{\xi s}{\sqrt{n}}$$

$$x_{0a} \geq \mu_v - s_f$$

$$x_{0a} = \gamma_0 x_0$$

ahol

$$\mu_v = \bar{x} - \frac{\xi s}{\sqrt{N}}$$

$$s_f = s + \frac{\xi s}{\sqrt{2n}}$$

$$\gamma = \frac{\mu_v - s_f}{x_0}$$

és

$$\gamma_0 = \gamma$$

Jelen esetben

$$x_0 \leq x_a = 159,1 \quad x_{0a} = 118,8 \quad \gamma_0 = 0,75$$

Ha a középértéket $x_0 = 140$ kg/cm²-ben adnánk

meg, $x_{0a} = 119$, a csökkentő tényező $\gamma_0 = 0,85$, vagy a szorzó tényező kerekben 1,15 lehetne s így az előírás

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{10} \sum x_i \geq \bar{x}_0$$

$$x_2 = 1,15 (\bar{x}_1 - \zeta s_i) = 1,15 (\bar{x}_1 - s_r) \bar{x}_0$$

és $\zeta = 2,17/\sqrt{10} = 0,68$ és s_i az ellenőrminta tényleges szórása, $s_r = \zeta s_i$ a redukált szórás.

Természetesen — azonos mintaelemszám (pl. $n = 10$) esetén — a 97%-os valószínűségi szinttel nem kell minden anyagfajtánál dolgoznunk s nem minden tulajdonság esetében. Így pl. a húzószilárdságok szórása rideg anyagoknál jóval nagyobb lehet, ott gyakran 90, sőt 68,3%-os valószínűségi szintre is lemegyünk, ezzel szemben a kismértékben változó tulajdonság (pl. fajsúly) előírásakor a valószínűségi szintet jóval fel lehet és kell emelni. Amint láttuk, ha az elemszám csökken, ezzel a statisztikus biztonságot esetleg ugyancsak csökkenteni kell. Pl. egy $N = 338$ elemszámú cementnyomópróba esetén $\bar{x} = 567,90$, $s = 67,8$, $x_v = 561,0$ kg/cm² [$\beta_1 = 97\%$ alsó egyoldali szint mellett] $n = 4$ elemszámú ellenőrző minta esetén [$\beta_1 = 97\%$ mellett] az alsó határ [minthogy $\xi = 1,88$, $\zeta = 0,94$] $x_a = 561,0 - 0,94 \cdot 67,8 = 497$ kg/cm². A vizsgált cementfajtára nézve — a szokásos szabványvizsgálattal — kerekben 500 kg/cm² érték írható elő. Megbízhatóbb lenne az eredmény nagyobb elemszám esetén!

4. A negyedik feladat — s ez mint önálló feladat gyakran jelentkezik — az anyag meghatározott tulajdonságainak vizsgálata, valamely változó tényező, vagy tényezők függvényében. A cél az eredmények valamilyen matematikai összefüggéssel, esetleg táblázattal való megbízható megközelítése (interpoláció, korreláció, kiegyenlítőszámítások stb. vizsgálatok).

5. Ötödik feladat valamely szilárdságtani, vagy egyéb anyagtani összefüggés kutatása. Ezeket a vizsgálatokat rendszeren kevés számú mintán, modellen néhány ismételéssel, időben korlátozottan, lehető rövid idő alatt, azonos körülmények mellett hajtjuk végre. Minthogy a vizsgálati eredményt a vizsgálati körülmények (a környezet, az idő, a terhelési sebesség, a vizsgálati módszer, az ismétlési szám és az időtartam stb.) erősen befolyásolják, így azokat a kérdéses anyag természetének megfelelően kell megszabni. A mérési eredményeket — a kisszámú elem miatt — rendszeren egyszerű számtani középérték segítségével értékeljük.

6. Különböző egyedi kérdések vizsgálata — a kérdés természetének megfelelően — kisebb-nagyobb számú mintadarabbal. Az értékelést az 1. alattiak szerint elemi úton, vagy a 3. alattiak szerint a matematikai statisztika módszereivel, a vizsgált egyedek számától és a feladat kitűzött céljától függően hajtjuk végre.

A 2, 3, 4 és 5 feladatot a saját eloszlásjellemzők alapján oldjuk meg a 2. feladatban az alapsokaság várható tulajdonságaira (a részről az egészre) következtettünk, a 3. feladatban minősítő előírásokat kívántunk megadni (az egészről a részre

következtetni). Az 1. feladat, a minőségellenőrzés tulajdonképpen idegen eloszlásjellemzők értékelése segítségével hajtható végre, hiszen nem magát az alapsokaságot vizsgáljuk, hanem bizonyos előírt tulajdonságot, mint idegen eloszlásjellemzőt hasonlítunk össze az előállítási folyamatot reprezentáló szűrőpróba eredményeivel.

6. Összefoglalás

A fentiekben igyekeztem az anyagvizsgálati eredmények értékelésével kapcsolatban mindama szempontokra rámutatni, amelyek az értékelés következtetéseit befolyásolhatják.

Láttuk, hogy milyen nehézségekkel kell megküzdeni, amikor az anyag és a létesítmények megbízhatóságáról, biztonságának jól körülhatárolt váltáról van szó. Az anyagtulajdonságjellemzők a jóság-, vagy hasonlító értékeknek jellegét viselik magukon, azok tehát nem „abszolút” értékmérők. Az anyagra vonatkozó alapfeltevések és az anyag tényleges viselkedése között nincsenek szilárd és egyértelmű összefüggések. Az alkalmazott anyagok anyagvizsgálat útján megállapított minősítő számai, jóságmérői nemcsak szigorúan esetleges hibáktól függenek, azokat, illetve azok rendszeren nem kicsiny szórását a szóbanforgó anyag előfordulási, előállítási, gyártási stb. körülményei is erősen befolyásolják. Ezért vagyunk kénytelenek az előállítási folyamat ellenőrzésére, szűrőpróbák alapján az üzemben és a helyszínen, az előállított anyag minőségének megvizsgálására a felhasználás során és a felhasználás után. Ezért szükséges előírásainkban a megkívánt értékeket, a gyakorlatban felhasználható ún. határértékeket, küszöbértékeket az előállított anyag gyártási körülményeinek figyelembevételével megadni. Ezeknek a határértékeknek a megadásakor mérlegelnünk kell az előfordulható szórásokat és a határértékeket a műszaki és gazdaságossági körülmények együttes kielégítésével, tehát azokat bizonyos — nem gazdaságtalan és a gyártási, előállítási stb. körülményeknek megfelelő — kockázattal, tőrrel kell megállapítani. Ilyenkor mindig szem előtt kell tartani az elérendő célt. Más — általában nagyobb — kockázattal dolgozhatunk, ha ideiglenes létesítményről van szó és mással (rendszeren jóval kisebbel), ha állandó jellegűről. Más megbízhatósági határokkal kell megelégednünk, ha az anyag előállítása maga bizonytalan, nem eléggé kifinomult, könnyen kézben nem tartható és mással, ha a gyártás jól bevált módszerrel, kisebb ingadozással hajtható végre. Másképpen kell megállapítani a megbízhatósági határokat, ha a folyamatos ellenőrzés könnyen megoldható és az anyag szóbanforgó tulajdonságában eleve kisebb ingadozások vannak és másképpen, ha az eset éppen az ellenkező. Az előző esetben a tőrés mértékét alacsonyra korlátozhatjuk, a megbízhatósági határok közel lehetnek a leggyakoribb értékhez, a moduluszhoz. Különösen előnyös, ha a vizsgált sokaság szabálysos eloszlást mutat, tehát a modulusz, a medián és a középérték közt nincs lényeges eltérés.

Láttuk, hogy az anyagtulajdonságokat — minták esetében — mint esetlegességi változókat

kezeljük és azok eloszlásjellemzőit: számtani közepet, szórást, gyakoriság- és sűrűségfüggvényeket stb. számítjuk ki a matematikai statisztika módszereivel.

Hangsúlyoztuk, hogy milyen fontos a minél nagyobb elemszámú minta s maga a helyes mintavétel akár ellenőrző próbáról, akár minősítő vizsgálatról, akár a határértékek megállapításáról stb. van is szó. A próbák helyes kiválasztását a véletlen számok módszerével végezzük el, ha elegendő nagy a próbák száma. Ha ez a módszer technikai, vagy gazdasági okokból nem alkalmazható, akkor a próbavételt úgy célszerű végrehajtani, hogy az egész mennyiséget csoportokra osztjuk és minden csoportból — a csoportelem számával — arányos elemet választunk ki „vakon”, tehát mindenféle befolyásoló tényezőtől mentesen vegyesen és nemcsak a jónak látszó, vagy nemcsak a gyanús elemeket vesszük ki. A kijelölt próbadarabokat megvizsgáljuk, azokról jegyzőkönyvet veszünk fel. A próbadarabokat gondosan csomagoljuk — ha vizsgáló intézetbe szállítandó — és a vizsgálatot magát azonos körülmények között hajtjuk végre.

A vizsgálati eredmények értékelésére, a mérettűrésekre stb. az „*Előregyártott vasbeton és feszített beton szerkezeti elemek. Vizsgálat és minősítés*” c. M. Sz. 16030 sz. szabvány előírásai vehetők anyagvizsgálati célokra is figyelembe. A szabvány az ún. *torzítatlan becslésre* ad útbaigazítást, de segítségével megállapíthatók az építő gyakorlatban figyelembe vehető határértékek, küszöbértékek és a valószínűleg várható legkisebb értékek is.

A szabvány arra nézve is intézkedik, hogy mi a teendő akkor, ha a vizsgálati eredmények — az elemek keveredése folytán — feltehetőleg többféle minőségű próbadarabot is tartalmaznak. A szabvány előírja az értékelésből a kiugró nagy értékek elhagyását (a kiugróan kicsiny értékekre nem ad utasítást). Ez az előírás kétségtelenül a biztonságot szolgálja. Általában a szabvány elhagyhatónak véli az átlaghoz képest $\frac{1}{3}$ -dal nagyobb értékeket. Az elhagyható elem kikeresésére az utóbbi feltételt írja elő:

$$\frac{4}{3r} \sum_{(r)} x_i \leq x_r$$

ahol $(i = 1, \dots, r)$ és $(r + 1)$ az elhagyandó elem sorszáma.

Az elmondottakból az is világos, hogy az anyagjellemzők megkívánt értékeinek, a mintavételi előírásoknak felállításakor a legnagyobb gondossággal kell eljárunk a minta elemszám megállapításában, a minták kiválasztásában, a vizsgálati helyes módszerek kikísérletezésében, azok pontos betartásában s végül a vizsgálati eredmények szabatos értékelésében. Itt nemcsak matematikai statisztikai értékelésről van szó, hanem az elérendő cél, a szóbanforgó előállítási, felhasználási, gazdaságossági, vizsgálati módszer megválasztási stb. körülmények mérlegeléséről, összevetéséről. *A műszaki tökéletesítés és a gazdaságosság elérése egymással ellentétes módon elégtelhető ki: rendszeren a kettő közötti átgondolt, helyesen értékelt kompromisszum a célszerű megoldás.*

IRODALOM

- Rényi: Valószínűségszámítás. Budapest, 1951. Tankönyvkiadó.
 Schindowski—Schürz: Statistische Qualitätskontrolle, Berlin, 1959. Verlag Technik.
 Vincze—Borbély—Fontányi—Kollár—Sarkadi—Tallán—Vas: Statisztikai minőségellenőrzés. Budapest, 1958. Közgazd. és Jogi Kiadó.
 Szentmártony: Matematikai statisztika a műszaki gyakorlatban. Budapest, 1950. Tudományos Kiadó.
 Jakowlew: Mathematische Auswertung von Messergebnissen. Berlin. 1952.
 Palotás: Építőanyagok I. Budapest, 1959. Akadémiai Kiadó.

Dr. Palotás László: Építőanyagvizsgálati eredmények értékelése

Az építőanyagvizsgálat révén minősítő adatokat lehet megállapítani a vizsgált anyag gyakorlati felhasználására, és közvetve magára az anyagelőállítási folyamatra vonatkozólag. Az építőanyagvizsgálat a mérési eredmények matematikai statisztikai értékelésére támaszkodik. A véletlen jellegű hibák figyelembevételével kiszámítható legmegbízhatóbb értékeket az építőanyagiparban is a leíró és a matematikai statisztika segítségével lehet meghatározni. Ennek módját mutatja be a szerző és gyakorlati példán keresztül érzékelteti a közölt elméleti összefüggések hasznosíthatóságának módját. Részletesen elemzi az iparban bevezetett anyagok folyamatos ellenőrzővizsgálata, valamint az előállítási vizsgálatok, végül az új anyagokra vonatkozó minősítő számok megadása során elvégzendő számításokat, továbbá a minőségjavítás érdekében teendő intézkedéseket.

Д-р Ласло Палоташ: ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

За счет испытаний строительных материалов можно установить квалифицирующие данные относительно практического применения испытанного материала и непосредственно самого процесса изготовления материала. Испытание строительных материалов опирается на математическую, статистическую оценки результатов измерения. Наиболее надежные результаты, вычисляемые с учетом случайных ошибок могут быть определены даже в строительной промышленности с помощью описательной и математической статистики. Автором показывается этот метод и через практические примеры представляется метод использования изложенных теоретических зависимостей. Подробно излагаются расчеты, проводимые при контрольном испытании и заводском испытании освоенных в промышленности материалов и при давании квалифицирующих чисел относительно новых материалов и в дальнейшем излагаются мероприятия; приносимые в интересах улучшения качества.

Dr. Palotás L.: Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse der Baumaterialien.

Durch die Untersuchung der Baumaterialien können wir Bewertungsdaten feststellen, die sich auf die praktische Verwendung und indirekt auf die Herstellungstechnologie der untersuchten Baumaterialien beziehen. Die Baustoffuntersuchung stützt sich auf mathematische statistische Auswertung der Messergebnisse. Mit Hilfe der deskriptiven und mathematischen Statistik können wir auch in der Baustoffindustrie die zuverlässigsten Werte bestimmen, die mit Rücksicht auf die zufälligen Fehler berechenbar sind. Der Autor bespricht die oben erwähnte Methode und mit Hilfe praktischer Beispiele zeigt die Methode zur Verwertung der theoretischen Zusammenhänge. Er analysiert eingehend die Berechnungen, die bei der Angabe der Kennzahlen bezüglich der kontinuierlichen Kontrollprüfungen der in die Industrie eingeführten Baustoffe, der Herstellungsprüfung und der neuen Stoffe durchzuführen sind. Er analysiert schließlich die Massnahmen, die im Interesse der Qualitätsverbesserung zu treffen sind.

Kvarchomok előkészítése fehérüveggyártási minőségre

HALÁSZ ANDRÁS

Fehérüveg gyártására csak azok a kvarchomok felelnek meg, amelyek bizonyos minőségi specifikáció követelményeit kielégítik. A minőségi specifikáció egyrészt a homok granulometriájára, másrészt kémiai összetételére vonatkozik, ami a mineralógiai összetételének a függvénye.

A fehérüveg legjellemzőbb tulajdonsága az, hogy színtelen, fehéren átlászó zöldes árnyalatától mentes. Az üveg zöldes szennyeződését vasoxid-tartalma okozza. 0,05—0,06% vasoxidtartalom már elegendő ahhoz, hogy az üveg bizonyos halvány, inkább sejtethető zöldes színeződést kapjon. Mivel pedig az üvegkohó adalékban a kvarchomok mintegy $\frac{3}{4}$ súlyarányban vesz részt és a többi adalékanyag, de maga a kohó tűzálló bélése is vihet be vasas szennyeződést az üvegolvadékba, a jó színmentes fehérüveg gyártásához megkövetelt kvarchomokban a megengedett Fe_2O_3 -tartalom csak mintegy 0,03—0,04% lehet.

Egészen speciális célokra, pl. optikai üveg gyártására a túrt vasoxidtartalom ennél jóval kisebb — 0,001% vagy ennél is csekélyebb nagyságrendű — és az előírt szilíciumdioxid tartalom is néhány tizedig kell hogy megközelítse a 100%-ot.

Technikai fehérüveg, finom polírozott fehérüveg gyártására használt kvarchomokkal szemben ilyen messzemenő követelmény nincs. Minél magasabb, 97—99% SiO_2 mellett cca 1—3% körüli Al_2O_3 -tartalom — ha az földpát alakjában van jelen — megengedett és megengedett a minimális titán-dioxid tartalom is.

Ami az üveghomok granulometriai követelményeit illeti, úgy abban az üvegkohászok véleménye nem egységes. Nyugaton 100—500 mikron között tartják a granulometriát ideálisnak. A szovjet üvegkohászat semmi kivétlnivalót nem talál abban, ha a szemcseméret felső határa nagyobb, pl. 0,6—0,8 mm és abban sem, ha az alsó határral lejjebb, pl. 60 mikronig mennek. Így az alsó szemcseméret határ inkább technológiai kérdés és némelyek szerint ezzel inkább csak védekezni akarnak az agyag- vagy közel agyag — iszap — méretű szemecskékel szemben.

Granulometria tekintetében ma is élénk vita van, egységes a vélemény azonban abban, hogy ideális granulometria az, ha a homokszemek zöme elég szűk mérethatárok közé esik, vagyis ha a kumulatív granulometriai görbe elég meredeken emelkedik. A hazai üvegkohászok véleménye szerint a 80 mikronos alsó szemcsemérethatár még megfelelő.

A magyarországi ez idő szerint ismert kvarchomoktelepek nyershomokjai fehérüveg gyártási célokra nem felelnek meg. Fehérüveg gyártására homokszükségletünket külföldről, túlnyomórészen Hohenbockából, kisebb részben Strelitzből szerezzük be.

Ezért indokolt volt az a törekvés, hogy keressük azokat az utakat és módokat, amelyekkel

egyes hazai homoktelepeinkből előkészítés útján olyan minőségű homokot nyerjünk ki, amely ezen említett külföldi homokokat legalább is széles szektorban pótolja.

A kvarchomok előkészítése ma már mind Nyugaton — főleg az Egyesült Államokban — mind a Szovjetunióban általános gyakorlat. Mindenütt megvan ugyanis a törekvés arra, hogy egyrészt a tiszta kvarchomoktelepek, — amelyek inkább kivételek, — ásványvagyonát kímélik, másrészt arra, hogy a nyershomokbázist a fogyasztó centrumhoz, a kohókhoz közelebb vigyék.

A homok előkészítés egyrészt a megengedett szemcseméreten felüli és aluli frakcióknak az eltávolításából (skalpolás és iszapolás), másrészt az azt szennyező ásványoknak oly mértékben való eltávolításából áll, hogy a nemesített üveghomok kémiai összetétele az adott specifikációban előírt minimális és maximális tartoknak megfeleljen.

Előkészítési szempontból a homokok szennyezőásványait három csoportba sorolhatjuk:

1. azokra az ásványokra, amelyek szabad, önálló szemcsék alakjában vannak jelen. Ezek általában fizikai eljárásokkal (gravitációs, flotációs, elektrosztatikus) eltávolíthatók, illetve mennyiségük csökkenthető;

2. azokra az ásványi szennyeződésekre, amelyek a kvarszemek felületén bevonatok alakjában vannak jelen. Ezek a szennyeződések — többnyire vashidroxidos bevonatok — attritálással (vagy savazással) eltávolíthatók.

Végül a 3. csoportba tartoznak azok a szennyezők, amelyek magukban a kvarszemcsékben mint zárványok vannak jelen. Ezeket a szennyezőket gyakorlatilag eltávolítani nem lehet és így ezek mértéke egyben meghatározza a nemesíthetőség maximális határát is.

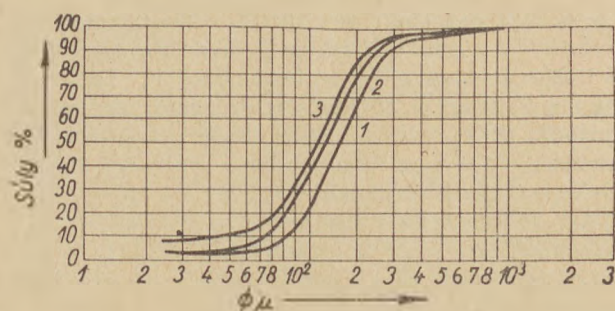
Kiterjedt kutatást végeztünk arra vonatkozólag, hogy melyek azok a homoktelepeink, amelyeknek homokjai nemesítésre legalkalmasabbak és úgy találtuk, hogy a fehérvárcsurgói homokelőfordulásunk felel meg legjobban erre a célra.

A homoktelep pannonkori üledék, melynek közvetlen fekvője a triász dolomitra települt agyag, fedője pedig kvarchomokkóvé összecementálódott homok, mely helyenként még szálsban áll, de a legtöbb helyen felszakadozott és nincs meg, és ott ahol ez hiányzik, a kvarchomokot vékony, 2—5 m vastag agyagos humuszréteg fedi. A homoktelepet kis mértékben az ún. Tatárhegyen külfejtéssel művelik. Ez a sík terepből mintegy 25 m magasra kiemelkedő dombocska. A homokréteg zöme azonban a sík terep és a talajvíznívó alatt fekszik.

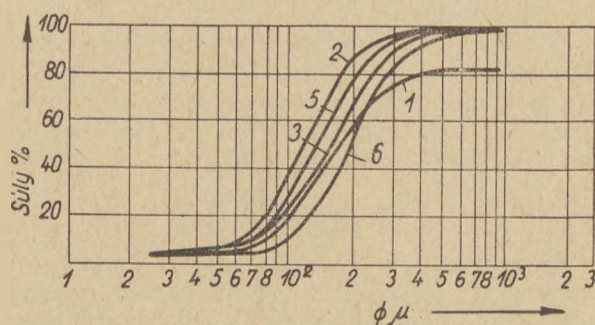
A homokelőkészítőmű jelenleg van építés alatt és előreláthatólag ez év végén kezdi meg üzemét.

A nemesítőmű technológiáját a Bányászati Kutató Intézet Érc- és Ipariásvány Előkészítő

* Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás.



1. ábra



2. ábra

osztályán dolgoztuk ki, azoknak a nagyszámú kísérleteknek az alapján, amelyeket a tavalyi és részben az ezt megelőző években, végeztünk.

A kísérletek mintaanyaga részben a tatárhegyi külszíni művelési falból (1 M, 2 M, 3 M jelzésű minta), részben a sík terület alatti homokteleprészekből származott, amelyeket több helyen kutatóaknácskákkal nyitottak meg (1, 2, 3, 5, 6. sz. minta).

Az egyes teleprészekből vett homokminták granulometriája némi szórást mutat, mint az a külfejtési és a talajvíznívó alatti homokok granulometriai görbéjéből látható (lásd: 1. és 2. ábrát).

Az egyes homokminták granulometriája azonban megegyezik abban, hogy általában finomszemű, a 80–600 mikron közötti szemesméretű frakció súlyaránya nagy — legtöbb esetben közel 85–90% — továbbá abban, hogy a homokok zömének mérete a 100 és 300 mikron között van.

A homokok +80 mikronos frakciója átlagosan 1,5 súly% nehézasványt tartalmaz és a nehézasványok azok, amelyek a szennyeződések — főleg vas- és titánszennyeződések — oxid és szilikát alakjában tartalmazzák. A nehézasványok (1,5 súly %) mineralógiai összetételét az 1. táblázat mutatja.

A +80 mikronos üveghomok frakció vas-oxidtartalma az egyes homokminták szerint többnyire 0,40–0,50% között változik, némely esetben kissé ez alatt vagy e fölött van. Kivételt csak a 6. sz. minta anyaga képezett, amelynek vasoxidtartalma ennél jóval alacsonyabb volt.

A homokok nemesítésére gyakorlatilag két eljárás jöhetett figyelembe, úgymint a gravitációs és a flotációs eljárás.

A gravitációs eljárással — szűréssel — előkészített üveghomok frakció számos elvégzett kísérletünk szerint 0,04–0,09% Fe_2O_3 -t tartalmazott. Egyes esetekben ennél jobb, 0,02–0,03% vas-oxidtartalmat is elértünk, de ez különösen a külfejtési homokok esetében erősen függött attól, hogy maga a nyershomok milyen mértékben tartalmazott limonitos csíkokat. Szigorú specifikációt kielégítő üveghomok bizonyos szelektív bányászatot követelt volna meg, ami egyrészt költséges, másrészt a talajvíznívó alatti homoktelepek kitermelésénél — hidraulikus termelés van providálva — lehetetlen lett volna. Hozzá kell még tennem, hogy az üveghomok frakció szűrfeladásra számított súlykihozatala sem lépte túl a 80%-ot, ami elégtelen.

A flotációs eljárás kísérleteink szerint a fentieknél lényegesen jobb eredményeket biztosított, mint azt számos, mintegy százat megközelítő flotációs kísérletünk bizonyította.

Üveghomok nemesítésben a flotációs eljárás újabb, mintegy 4–5 éve gyakorolt technológia. Gyűjtőreagensai európai gyakorlatban a nehézasványok kiúsztatására: zsíralkoholszulfonátok és szulfátok, továbbá nátriumalkilszulfonátok (keletnémet gyártmányok, kommerciális nevük: Utinal) és a szulfonált olajsavak.

Az amerikai gyakorlat főleg a Cyanamid gyártmányú, ún. reagens 800-as szériájú gyűjtőt — 801–827 — használja, amely kiváló gyűjtője az összes vasas titános oxidoknak és szilikátoknak, továbbá a színes, fémes lusztrumú egyéb nehézasványoknak. Kémiai összetétele ismeretlen.

Az amerikai Cyanamid 800-as szériájú gyűjtőreagens azonban drága. Tonnája fob adriai kikötő kereken 600 \$. Bár a kísérleteket ezen Cyanamid gyártmányú 800-as szériájú gyűjtőkkel kezdtük meg és minőségi kihozatal szempontjából etalonul is szolgált, mindjárt kezdetben világos volt, hogy drága amerikai gyűjtőre az üzemet nem bázírozhatjuk.

Ezért egyrészt kísérleteket végeztünk belöldön vagy baráti államokban gyártott szóba-

1. táblázat

Az ásvány megnevezése	S%	Kémiai összetétel	fs
Magnetit, ilmenit	52,1	Fe_3O_4 , FeTiO_3	5,2–4,5–5,0
Limonit, hematit	1,0	Fe_2O_3	4,5 — 5,3
Turmalin	7,7	Vastartalmú Na, Mg, Al, silicat	2,98–3,25
Epidot	11,3	$\text{Ca}_2(\text{AlFe})_2\text{Si}_2\text{O}_{12}\text{OH}$	3,25–3,5
Korund	0,1	Al_2O_3 vasas szennyeződéssel ...	3,9 — 4,1
Rutil	5,1	TiO_2	4,18–4,25
Zirkon	2,5	ZrSiO_4	4,68–4,70
Granit	0,3	$\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$	4,0
Disztén	9,8	Al_2SiO_5	3,6 — 3,7
Fillit	9,2	Al, Mg, silicat	2,9
Tremolit	0,2	Ca, Mg, silicat	2,9 — 3,2

jöhető reagensekkel, másrészt kifejlesztettünk egy új reagenst, amelyet egyelőre BKI reagensnek neveztünk. A reagens ipari mértékű gyártására az előkészületek folyamatban vannak.

2. táblázat

Minta	Gyűjtőreagens	Nyers homok	Nemesített homok
		Fe ₂ O ₃ -tartalma %	%
1. sz. akna	Cyanamid 827	0,40	0,06
	BKI	0,40	0,037
	Utinal O. C.	0,40	0,05
2. sz. akna	Cyanamid 827	0,39	0,06
	BKI	0,39	0,038
3. sz. akna	Cyanamid 827	0,32	0,06
	BKI	0,32	0,06
	BKI	0,32	0,038
	Synthapon	0,32	0,05
5. sz. akna	Zsíralkoholszulfonát ..	0,32	0,055
	Cyanamid 827	0,33	0,05
	BKI	0,33	0,04
6. sz. akna	Savgyanta III.	0,33	0,058
	Cyanamid 827	0,1	0,02
1. M.	BKI	0,1	0,03
	Cyanamid 827	0,42	0,045
	Cyanamid 827	0,58	0,03
2. M.	BKI	0,44	0,024
	BKI A	0,44	0,036
	BKI A	0,58	0,026
	BKI	0,58	0,028
	BKI	0,58	0,029
	Synthapon	0,58	0,077
	Cyanamid 827	0,46	0,05
	Cyanamid 827	0,40	0,029
	BKI C	0,46	0,03
	BKI B ₁	0,46	0,016
3. M.	BKI B ₁	0,46	0,019
	BKI A	0,46	0,02
	BKI	0,40	0,014
	BKI	0,46	0,028
	BKI	0,40	0,031
	BKI	0,58	0,04
	BKI	0,58	0,04

Súlykihozatal: 95—96%.

A nemesített üveghomok kémiai összetétele:

SiO₂ = 97,0—98,5%, Al₂O₃ = 2,5—1,5%,

Fe₂O₃ = 0,03—0,04%, TiO₂ = 0,02%.

A 2. táblázatban néhány flotálási kísérletünk eredményét tüntettük fel. A táblázatban az alkalmazott reagensek is fel vannak tüntetve. Látható, hogy a Cyanamid 800-as szériájú reagenseivel az általunk kifejlesztett BKI reagens legalábbis azonos, igen sok esetben pedig — minőség tekintetében — jobb eredményt ért el.

A táblázatban feltüntettük a nemesített homokok átlagos kémiai összetételét. Az Al₂O₃-tart kizárólag földpát alakjában fordul elő a nemesített homokban.

Súlykihozatal a flotálási feladásra vonatkoztatva 95—96%.

A flotálásra feladott iszaptalanított +80 mikronos frakcióban 1,5 súly% nehézásvány volt és ezek tartalmazták a vas- és titánszennyezők zömét. A flotált nemesített homokban a nehézásványok súly%-a 0,04-re csökkent.

A flotáció technológiája

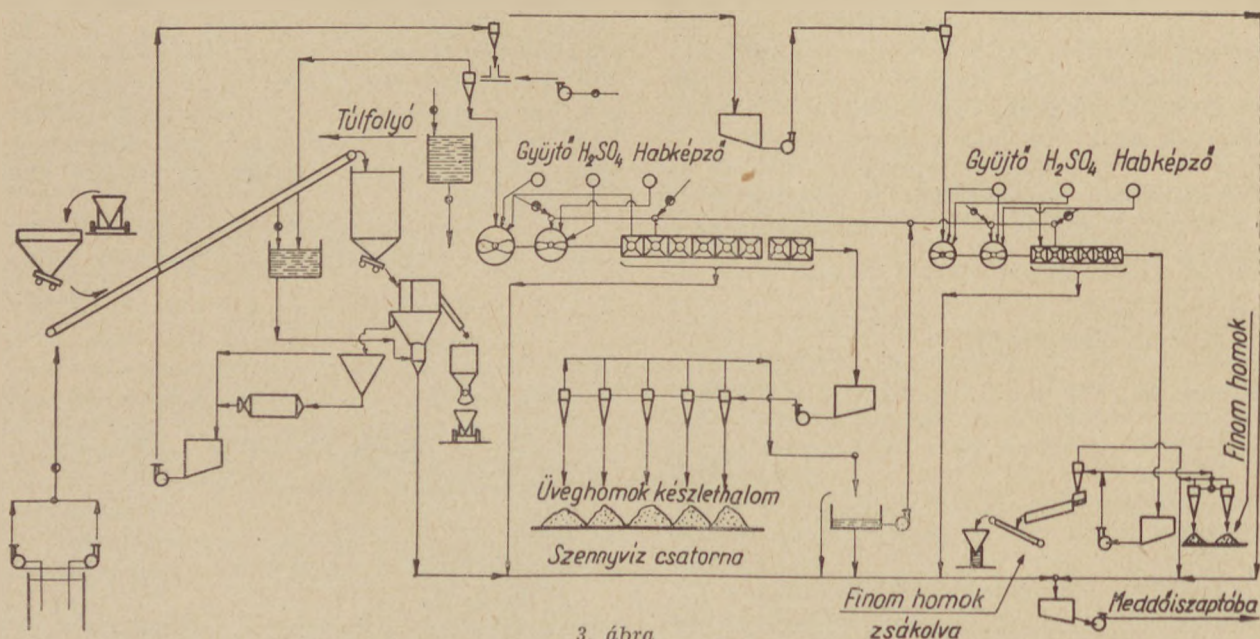
A nyershomokot a felső határnál nagyobb szemmagyság leskalpolása után iszaptalanítani, majd attritálni kell. Az iszaptalanítás és attritálás sorrendje fel is cserélhető.

Az attritált és iszaptalanított frakciót kénsavval 3 pH-ra beállított sűrű zagyban (60—70% sűrűség) kondicionáljuk. A kondicionárbe adjuk be a gyűjtőreagenst emulzió alakjában.

Az emulzió három alkatrészből áll: BKI gyűjtőreagensből, könnyű gázolajból és 3 pH-ra beállított vízből. A gyűjtőreagens-gázolaj-víz arány 1 : 1 : 10.

A sűrű zagyot élénk keveréssel 10 percig kondicionáljuk, majd ugyancsak 3 pH-s vízzel 250—300 g/liter zagysűrűsége hígítjuk és utána első-levegős cellában flotálunk. Habképző: bármely szelektív habképző, flotol, krezijsav vagy magasabb alkohol.

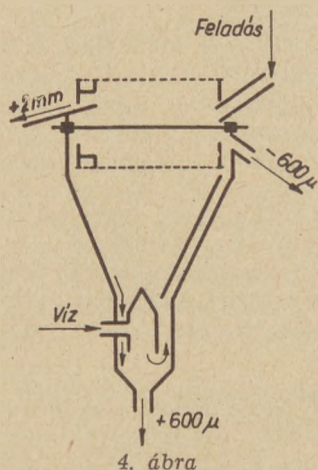
A szennyezőásványok a habtermékben távoznak és ezek képezik a meddőt, míg a cellasor alsó folyása a nemesített homok.



3. ábra

Az épülő előkészítőmű törzsfáját a 3. ábrán mutatjuk be.

A nyershomokot szállítószalag bunkerbe üríti, ahonnan adagolókocsi egyenletesen adagol egy vízalatti szitával egybeépített áramkészülékre. Az áramkészülék felülfolyásába 0—600 mikronos szemek, alulfolyásába a 600 mikronnál nagyobb szemek (meddő) kerülnek. A szitával egybekapcsolt áramkészülék sémáját a 4. ábrán tüntetjük fel.



4. ábra

A 0—600 mikronos frakciót gumibélésű hengeres dobban attritáljuk és az attritált zagyot 20 cm-es, illetve 7 cm-es teljesen gumírozott, sűrítményszabályzóval ellátott, cserélhető bélésű hidrociklonok osztályozzák 80—600 mikron (üveghomok frakció), 30—80 mikron (finomhomok frakció) és —30 mikronos frakciókra, mely utóbbi meddőtermék.

Az ábra felső részén látható első 20 cm-es ciklon alulfolyása még iszapot tartalmaz, ami a flotálásnál káros és azért az alulfolyás teljes iszaptalanítását az attól balra elhelyezett második hidrociklon végzi. Ebbe a finomiszaptalanító ciklonba a sűrű zagyot új eljárással tápláljuk be, miáltal a zagy szivattyút elkerüljük. Mind a gumírozott, sűrítményszabályzóval ellátott ciklonok, mind az újszerű betáplálás Demeter László, a Bányászati Kutató Intézet munkatársának szabadalmát képezik.

Az osztályozott és besűrített ciklonalulfolyások agitátorokon át üveghomok flotálócellasorra (középen), illetve finomhomok flotálócellasorra folynak, melyekből a szennyező ásványok a habtermékben távoznak. A flotálócellák alulfolyását képező nemesített homok besűrítését és a készlet-

halmok építését ugyancsak hidrociklonok végzik. A 30—80 mikronos finomhomok akár külszínen tárolható, akár termikusan beszáritva bunkerezhető és zsákolható.

A savas zaggal érintkező agitátorok és flotálócellák fából, forgó alkatrészeik gumírozott saválló anyagból készülnek. Savállóak és gumírozottak a szükséges zagyszivattyúk is.

A zagy hidraulikus szállítása ugyancsak gumicsövekben történik, miáltal a nemesített homok utólagos vasszennyeződési lehetőségét kiküszöböljük.

Halász András: Hazai kvarchomokok előkészítése fehérüveg gyártási minőségére

Homokjainkban a káros vas- és titánszennyezők főleg szabad ásványi szemecskék alakjában vannak meg. Emellett egyes kvareszemek felülete is vashidroxiddal van bevonva. Különösen magas a vashidroxid tartalom az agyagásvány méretű frakcióban (az iszapban). A szennyezők harmadik formája; a kvarekristályok vasas zárványai határt szabnak gyakorlatilag a nemesíthetőség mértékének.

A 80 — kb. 600 mikronos homokfrakció kerül nemesítésre. A vas (és titán) tartalmú szabad szennyező ásványok csökkentése akár gravitációs eljárással (szeléssel), akár flotálással történhet.

Андрас Халас : ПОДГОТОВКА КВАРЦЕВОГО ПЕСКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕЛОГО СТЕКЛА.

В редные железистые и титановые загрязнения отечественного песка находятся в нем большей частью в форме свободных минеральных кристалликов. Кроме этого поверхность некоторых кварцевых кристаллов также покрыта окисью железа. Особенно велико количество гидроокиси железа в фракциях глинистых кристаллов (в шламе). Третья форма загрязнений: железные включения в кристаллах кварца, практически устанавливающие грань предела облагораживания песка.

Облагораживанию подвергается 80—600 микронная фракция песка. Уменьшение количества имеющихся в песке свободных материалов с содержанием железа и титана может происходить или гравитационным способом (выветриванием) или флотацией.

András Halász : Die Aufbereitung einheimischer Quarzsande für die Weiszglaserzeugung

In unseren Sanden ist die schädliche Eisen- (und Titan-) Beimengung vorwiegend in freien Körnern vorhanden. Daneben ist die Oberfläche mancher Körner mit Eisenhydroxyd überzogen. Besonders hoch ist der Eisenhydroxyd-Gehalt in den Fraktionsgrößen der Tone (in dem Schlamm). Die dritte Verunreinigungsform: die Eiseneinschlüsse in den Quarzkristallen begrenzen praktisch die Veredlungsmöglichkeit.

Die so gewonnene Kornklasse von 80 — ca 600 Mikron wird der Veredlung unterworfen. Die Entfernung der eisen- (und titan-) haltigen freien Verunreinigungen kann entweder auf dem Gravitationswege oder mittels Flotation erfolgen.

A dolomit mint építő- és tűzálló anyagok nyersanyaga

BUDNIKOV P. P.

Az ipar egyik legfontosabb feladata a helyi nyersanyagok észszerű, komplex felhasználása.

A széles körben sikerrel felhasználható természetes nyersanyagok közé tartozik a dolomit.

A dolomit főfogyasztója, mint tudjuk, a kohászat, ahol azt kiégetett állapotban a Thomas-féle eljáráshoz szükséges konverterek fenekének és falainak burkolására, továbbá a martinkemencék fenekének burkolására vagy feltöltésére használják.

A dolomitot fém-magnézium kinyerésére is használják. Az 1000–1100° hőmérsékleten kiégetett dolomit és a ferroszilikium formájában (~75% Si) levő szilikium keverékéből brikketeket sajtolnak, amelyeket azután vákuumban kb. 1200° hőmérsékleten égetnek ki. Ennek során a következő reakciók mennek végbe: $2\text{MgO} + 2\text{CaO} + \text{Si} = 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{Mg}$. Az így kinyert magnézium párolog és kondenzálódik (1, 2).

A dolomitot, illetve magnéziumoxidját az üvegipar is alkalmazza üvegmassza viszkozitásának beállítására. A magnéziumoxid igen értékes mechanikai tulajdonságokat ad az üvegnek. Az ilyen üvegből készítenek a préselt és a kémiai ellenálló üvegek legjobb fajtáit. Ezt az üveget használják elektroncsövek gyártására, izzólámpa-ballonok készítésére stb.

A dolomit alkalmazást talál a porcelán- és fajansz iparban is.

A dolomit egyik nagy fogyasztója továbbá az építőipar, amelynek keretében egyrészt kötőanyagként, másrészt épületkövek, útburkolókövek, valamint burkoló anyagok előállítására használják. A mezőgazdaságban talajjavító anyagként nyer felhasználást.

A vegyipar a dolomitot magnéziumkarbonát és magnéziumsók előállítására használja. Alkalmazzák a dolomitot a gumi, a papír-, valamint a bőrfeldolgozó, illetve bőrkikészítő iparban, az ún. bécsi mészt előállítására és egyéb területeken. A dolomittal kapcsolatos műszaki követelmények sokfélék és minden fogyasztónak megvannak a maga különleges igényei ezzel a nyersanyaggal szemben.

A dolomit tehát igen sokféle felhasználási lehetőséget rejt magában, amelyet az ipar eddig még kevéssé nem használt ki.

Hidrotermálisan kezelt dolomit építőanyagok

Kutatásaink (3) azt mutatták, hogy a természetes, ki nem égetett dolomitot hidrotermális viszonyok között történő megmunkálással építőanyagok előállítására lehet használni.

Nyersanyagok

1. Dolomit

Az eredeti kőzetet megőröltük úgy, hogy MSZ 695 szerinti 0,2 szitán legfeljebb 10% maradék legyen. A dolomit vegyi összetétele a következő volt (súly%)

SiO ₂	1,20
Al ₂ O ₃	0,5
MgO	21,04
CaO	31,05
Izz. veszt.	45,09

2. Kvarchomok

Szemcseeloszlás a MSZ 695 szerinti

0,63-as szitán	0,36%
0,315-ös szitán	6,74%
0,15-ös szitán	90,25%
0,09-es szitán	2,38%

3. Oltott mészt

Eljárás:

A nyersanyagokat nedvesítés és alapos keverés után 200 kg/cm² nyomással sajtoltuk, majd 8 at nyomás alatt 8 órán át hidrotermálisan kezeltük.

A keverékek összetétele és a szilárdságvizsgálati eredmények

Ezeket az adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat
A hidrotermális kezelésnek alávetett dolomitanyagok nyomószilárdsága

Dolomit	Homok, %	Mészt, %	Nyomószilárdság, kg/cm ²
87,5	—	12,5	152
77,5	10	12,5	112
67,5	20	12,5	150
57,5	30	12,5	166
47,5	40	12,5	187
37,5	50	12,5	200

20–50% homokot tartalmazó minták szilárdsága nagy, és a szilikát téglákkal szemben támasztott követelményeknek felel meg.

A dolomit és a mészt, továbbá egyéb komponensek között a hidrotermális szilárdulás során végbemenő kölcsönhatások mechanizmusának a tisztázására meghatároztuk a minták szabad mésztartalmát, gőzzel nyomás alatt történő megmunkálás után. Kutatásaink azt mutatták, hogy a fentebbi viszonyok között végbemenő hidrotermális kezelés után a minták szabad mésztartalommal nem rendelkeztek. A dolomit nélküli minták 0,94% szabad mészt tartalmaztak.

A kapott dolomit-mészt anyagon végrehajtott közettani vizsgálatok azt mutatták, hogy a dolomitszemcsék könnyen szétbomlanak és a széleken újra képződött részekkel vannak körülvéve. A mészt, dolomit, kovaföld és alumíniumszilikátot tartalmazó keverékanyagból álló minták a hidrotermális kezelés során reakcióba lépnek a Ca(OH)₂-dal, melynek során kalciumhidroszilikátok és alumínátok keletkeznek, hasonlóan ahhoz, amint ez a mészt-homok és az agyag-mészt összetételű keverékeknél fordul elő (4).

Ugyanakkor a hidrotermális megmunkálás viszonyai között a magnéziumkarbonát dekarbonálódik és a létrejött $\text{Mg}(\text{OH})_2$ homok jelenlétében, magnéziumhidroszilikátokat hoz létre (5).

Nincs kizárva annak lehetősége sem, hogy a hidrotermális megmunkálás viszonyai között $x\text{CaCO}_3 \cdot \text{CaO} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ és $x\text{MgCO}_3 \cdot \text{MgO} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ típusú vegyületek jönnek létre.

A homok hozzáadása a kalciumhidroszilikát tartalom növekedését teszi lehetővé; a kalciumhidroszilikátok viszont kötőképes, igen aktív anyagok (6). A homok az anyag szemszerkezetét is javítja, valamint annak tömörségét segíti elő.

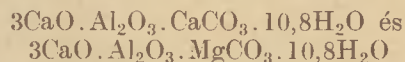
Az autoklávkezelés és állandó súlyig történő kiszáritás utáni mintákban a nyomószilárdság 200—325 kg/cm²-ig emelkedett, az adagolt homok mennyiségétől függően. A dolomitmész-homok minták szilárdságának emelkedése azzal magyarázható, hogy az újonnan képződött kolloid cementáló anyagok a kiszáradás során nemesak dehidrálódnak, hanem tömörödnek is; az új képződmények egyrésze ennek során kristályosodik.

Karbonát-portlandcement

A tudomány és technika fejlődésének jelenlegi szintje lehetővé teszi, hogy a cementgyártás kérdését újra felvessük.

A portlandcement, mint tudjuk, különböző finomságú őrleményekből, azaz különböző nagyságú részecskékből áll. A cement minősége döntő mértékben az őrlés finomságától függ. Kötő tulajdonságokkal főleg az egészen finomra őrlött cementrészecskék rendelkeznek, azaz azok a részecskék amelyeknek nagysága legfeljebb 40 mikron. A szemcsék a vízzel csak felületükön reagálnak, így tehát a nagyobb cementrészecskék alaptömege nem lép reakcióba, a betonban változatlanul marad meg és így főleg töltőanyag szerepét tölti be. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a nagyobb cementrészecskék, sőt részben a kisebbek is, a cement minőségében okozott kár nélkül ugyanolyan nagyságrendű dolomit, mészkő, kvare homok, vagy egyéb szemcsékkel helyettesíthetők (7). A cement minőségromlásának elkerülésére a cement őrlését két lépésben kell elvégezni: először a klinkert gipszsel, majd azt követően a cementet a 20—30 súlyszázalékban hozzáadott karbonáttartalmú kőzetekkel kell őrlölni. Ez utóbbiak mennyisége a klinker ásványi összetételétől és a cement minőségétől függ. Minél jobb a cement minősége és minél nagyobb a klinker C_3A tartalma, annál több karbonát tartalmú kőzetet lehet a cementhez adagolni. A karbonátcement

kötése során a C_3A reakcióba lép a dolomittal és ennek során



keletkezik (8).

A karbonát-portlandcement igen jó kötő-képességgel és fagyállósággal rendelkezik.

A cementtel, mészkő hozzáadással készült betonkeverékek kitűnő megmunkálhatóságukkal tűnnek ki; ez lényegesen meggyorsítja a vasbeton elemek és szerkezetek gyártását.

Az 2. táblázatban a karbonát-portlandcement húzó- és nyomószilárdságára vonatkozó néhány kísérleti adatot tüntettünk fel.

Karbonátcement gyártása gazdasági és minőségjavítási szempontokból egyaránt előnyös; előnyös továbbá mészkő adagolása is (9).

Stabilizált dolomit-tűzállóanyagok

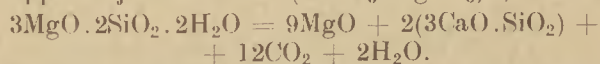
A stabilizált dolomit-tűzállóanyagokat különböző módszerekkel állítják elő:

1. A dolomitnak salakkal, agyaggal, diatómafölddel vagy más anyagokkal történő összekeverésével és 1500° körüli hőmérsékleten történő kiégetéssel.

2. B_2O_3 , CaF_2 , foszforit, vagy más anyagoknak mint adalékanyagoknak a dolomithoz történő hozzáadásával;

3. (Kalcinált vagy nyers) dolomit és (természetes vagy mesterséges) magnéziumszilikát keverék alkalmazásával, vagy magnézium és kalciumszilikátoknak, mint az agglomerálódást elősegítő komponenseknek a bevezetésével. Az így kapott dolomitklinker lényegében MgO -ból és $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ -ből áll.

Stabilizáló adalékanyagként javasoljuk dunit vagy szerpentin hozzáadását (10). A szerpentin adalékanyaggal kevert dolomit kiégetése 1450—1550° hőmérsékleten történik. A dolomit és a szerpentin között végbemenő reakció a következőképpen fejezhető ki: $6(\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3) +$



A stabilizált dolomit-tűzállóanyag gyártási technológiája során a nyersanyagot forgó kementékben, nedves eljárással égetik ki, amelyet néha azzal a megoldással kombinálnak, hogy a nyersanyag egy részét (a nagyobb frakciókat) száraz eljárással, kiégetést meggyorsító adalékok, pl. vastartalmú anyagok jelenlétében égetik. A nedves, finomra őrlött nyersanyag 100—150°-kal csökkenti a dolomit kiégetési hőmérsékletét és

2. táblázat

A karbonát-portlandcement szilárdságára vonatkozó adatok

Dolomit adalék, %	Húzószilárdság, kg/cm ²				Nyomószilárdság, kg/cm ²			
	4 nap	7 nap	28 nap	3 hónap	4 nap	7 nap	28 nap	3 hónap
Portlandcement (1 : 3) dolomit hozzáadása nélkül	20,3	23,9	28,3	30,2	216	239	261	279
5% dolomit	23,4	25,1	30,6	33,8	218	247	273	291
10% dolomit	21,3	24,5	30,8	32,2	214	241	267	283
20% dolomit	19,4	21,7	27,9	30,4	211	229	254	274
30% dolomit	17,8	19,7	25,5	27,9	209	223	246	261

így lehetővé teszi bármelyik nehezen kiégethető dolomitfajta kiégetését, beleértve a laza, nem egyenmű, hanem kalcit, kvarc, csillám zárványokkal szennyezett fajtákat is. A nedves eljárás alkalmazása esetén célszerű az iszap szűrése.

Kísérleteink során (11) bizonyítást nyert, hogy a jól stabilizált dolomit 4–6% $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ -t és 6–7% SiO_2 -t tartalmaz. Kiégetése legalább 1460° hőmérsékleten történik. Az ilyen összetételű, stabilizált dolomit lényegében periklászából, kalciumszilikátokból és alumínátokból, kalciumferitből és mészből áll, és nem nagy mennyiségben izotróp anyagot is tartalmaz.

A stabilizált dolomit-tűzállóanyag rendkívül ellenállóképességű béléanyagot biztosít a cementipari forgókemencék égetőzónája részére.

A dolomit stabilizálására kromit is használható (12). Tanulmányoztuk a $\text{CaO}/\text{Cr}_2\text{O}_3$ együttartót (13) a következő vegyületekben:

$2\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, $3\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, $4\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, $6\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ill. $8\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$. A számítások azt mutatják, hogy ha a CaO lekötése Cr_2O_3 segítségével történik, egy súlyszázalék Cr_2O_3 -nak 0,738; 1,107; 1,476; 2,214, ill. 2,945, súlyszázalék CaO -t kell lekötnie az előbb említett vegyületek sorrendjében. A kovárdásnak számításba vételével vezettük be.

Különböző keverékek vizsgálata során megállapítottuk, hogy a fenti együttható 1,234 és 1,321 között ingadozik, azaz $3\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ és $4\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ képződik.

Kiinduló anyagként finomra őrölt (MSZ 0,09 szitán maradék nélkül áteső, 99,86%-os tisztaságú kalciumkarbonátot, valamint 99,76%-os tisztaságú krómoxidot használtunk. A szilíciumdioxidot nátriumszilikát vizes oldatából sósavval csaptuk ki, az anyag 99,87% SiO_2 -t tartalmazott. A felhasznált dolomit kémiai összetétele (súly%)

SiO_2	0,42
Cr_2O_3	0,07
CaO	31,12
MgO	21,96
izz. vesz.	47,03

A sajtolt mintákat 1450–1500° hőmérsékleten, platinalamezen égettük. A kiégetett minták szabad kalciumoxid tartalmát a fenolos módszerrel határoztuk meg.

A vizsgálatok szerint $3\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ esetben szabad kalciumoxid nincsen; $4\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ esetben a szabad mésztartalom 1,94–4,06% között mozgott.

Az előzetes eredmények alapján olyan elegyet állítottunk össze, amely 74% dolomitot, 26% krómvasércet tartalmazott, amelynek kémiai összetétele a következő volt (súly%-ban):

SiO_2	5,89
Al_2O_3	16,79
FeO	20,29
CaO	21,91
MgO	14,84
Cr_2O_3	20,32
izz. vesz.	0,02

Ehhez az elegyhez 6% kvarcitot adtunk, amelynek összetétele (%-ban) a következő volt:

SiO_2	96,32
Al_2O_3	0,59
Fe_2O_3	1,17
CaO	0,38
MgO	0,29
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0,36
izz. vesz.	0,31

A fentebbi elegyből briketteket sajtoltunk, amelyeket 1560–1580° hőmérsékleten égettünk. Az így kapott klinker szabad mésztartalma 0,28% körül volt.

Az így kapott stabilizált klinker esiszolátában mikroszkóp alatt periklász és alit szemcséket (40%-ig terjedő mennyiségben), fayalitot, valamint tetrakalcium-alumíniumferritet (C_4AF), amelyek amorf opak anyaggal voltak összecementálva. Az alit a klinkerben zöldszínű szemcsék és hasábcskák formájában jelent meg. A szemcsék erős fénytörést és gyenge kettőtörést mutattak.

A fayalit szemcsék átmenő fényben vöröses színűek voltak és keresztezett nikolok mellett élénk interferencia színeket mutattak (14). A krómoxid a stabilizált dolomitban kalciumkromit (kromalit) alakjában és 51,5%-ig terjedő mennyiségben (15) jelenik meg.

Az őrölt króm-dolomit klinker (a 0,09 sz. szitán kb. 12% maradék, a 0,2 sz. szitán kb. 1,2% maradék), vízzel keverve, — amint azt ki-mutatásaink mutatták — kötő- és hidraulikus tulajdonságokkal rendelkezik. Vizsgálati adatok: a szabványos folyóssághoz tartozó vízmennyiség 22%; kötéskezdet 50 perc; kötésvég 3 óra 10 perc. A vízben tárolt minták nyomószilárdsága 4 nap után 100 kg/cm^2 , 7 nap után 139 kg/cm^2 és 28 nap után 295 kg/cm^2 . A minták térfogatváltozása egyenletes volt (16).

Az általunk előállított króm-dolomit cement hidraulikus tulajdonságai és kitűnő mechanikai szilárdsága alapján kötőanyag nélküli krómdolomit tűzállótéglaikat készítettünk. A téglákat őrölt (kb. 1 mm szemcsenagyságú) króm-dolomit klinkerből állítottuk elő. A króm-dolomit klinker kb. 30%-át kötőanyagként használtuk; ezt olyan finomságra őröltük, hogy a 0,09 sz. szitán a szita-maradék nem haladta meg a 12%-t. A megnedvesített anyagból készült téglák égetés nélkül igen nagy szilárdságot mutattak. Az így kapott króm-dolomit téglák tűzállósága 1900° felett van, terhelés alatti lágulásának kezdete 1450°, vége 1500°.

A króm-dolomit tűzállóanyaggal végzett kutatások tehát azt mutatták, hogy ezzel az anyaggal az acélöntődékben használt magnezit-tégla igen jól helyettesíthető. A króm-dolomit tűzállóanyagot egyrészt téglák formájában, másrészt ezen anyaggal bélelt vasesővekben próbáltuk ki. Ilyen tűzállóanyagot helyeztünk el egy 40 tonnás, nyersolaj fűtésű martinkemence homlokfalában. Ezen a helyen a szilika- és egyéb tűzállóanyag fajták mindössze 40–50 öntést, míg a króm-dolomit tűzállóanyag 370 öntést bírt ki, vagyis az egész kemencekampány idejét.

Króm-dolomit téglát egy martinkemence hátsó falába is beépítettünk, a salak szintjén, a középső adagoló ablakkal szemben; ennek során a falazás agglomerálódásig égetett száraz magnezitporral történt. Adagolás közben ezen a helyen hideg levegő beszívása megy végbe. Ilyen viszonyok között a króm-dolomit téglát két kemencekampányt, azaz összesen 720 olvasztást bírt ki. A króm-dolomit és magnezit téglát törőszilárdsága azonos.

Elektromos kemencék falaiba kiegészítetlen króm-dolomit téglát falaztunk be.

A króm-dolomit téglát alkalmazása — véleményünk szerint — nagy megtakarítást jelent a tüzelőanyagban és a magnezit tüzállóanyag fajlagos költségét csökkenti.

IRODALOM

1. E. Scyb, D. D. Brjanszkij: Chem. Ztg., 1954., 78, 13, 800—804. Trudü Har'kovszkogo Politehniceszkogo Insztituta, (A harkovi Politechnikai Intézet munkái) 1956., 8., 3, 143.
2. G. E. Stedman: Chem. Met. Eng. 1942., 49, No 9, 134.
3. P. P. Budnikov és Ju. M. Butt: Zsurn. Prikl. Him., 1956., 30, No 5, 132.
4. P. P. Budnikov: Trudü szoveseszanija po himii cementa, (A cementkémiai konferencia munkái), 1956. 294. old.
5. Ju. M. Butt, L. N. Riskevics, V. V. Volkov: Nauchno dokladü viszsoj skolü. Himija i Himies. Tehnologija (Felsőiskolai tudományos beszámolók. Kémia és kémiai technológia), 1958. No 2, 373.
6. P. P. Budnikov és N. V. Petrovich: Trudü himikotekhnol. insztituta im. D. I. Mendeleeva. (A Mendeleev Kémiai Technológiai Intézet munkái), Moszkva, 1958. 24., 96 old., 1957.
7. P. P. Budnikov és M. I. Nekrics: Tochnicoszkio novosztü (Műszaki újdonságok), Harkov, 1930. No 17/18. Ugyanazok, Cement, 1931., No 9, 192; No 30, 694.
8. R. Turrizioni és G. Schippi: La Ricerca Scientifica, 1956., 26, No 9, 2792—2796.
9. V. N. Jung, A. Sz. Panteljev, Ju. M. Butt és I. G. Bubenin: Zsurn. promüslennosztü sztroit. materialov. (Építőanyagipari folyóirat), 1940. No 2; Cement, 1947. No 8.
10. G. V. Kukolev: Trudi 3-go vszeszojuznogo szoveseszanija po ognepornüm materialam. (A 3. szövetségi tüzállóanyag konferencia munkái) Izd. Akad. Nauk Sz.Sz.Sz.R. 1947.
11. P. P. Budnikov és K. F. Muhin: Avtorszkoe szvidetel'sztvo na izobretenie (Szerzői tanúsítvány találmányra) No 43566/1935.
12. P. P. Budnikov és D. A. Nirenstein: Avtorszkoe szvidetel'sztvo na izobretenie (Szerzői tanúsítvány találmányra) No 44828/1935.
13. P. P. Budnikov: Ogneuporü, (Tüzállóanyagok), 1945. No 12. 26.
14. P. P. Budnikov és M. Sz. Feigin: Trudü Harkovszkogo himiko-tehnologiceszkogo insztituta, (A Harkovi Kémiai Technológiai Intézet munkái) 1939., 2, 91. Ugyanazok 1940., 21, No 7/8/278.
15. D. Sz. Beljankin és B. V. Ivanov: Izvostija otdelenija tehnies. Nauk. Akad. Nauk Sz.Sz.Sz.R. (A Szovjetunió Tudományos Akadémiája műszaki tudományok részlegének folyóirata), 1939., No 9. 53.
16. P. P. Budnikov: Dokladü Akad. Nauk Sz.Sz.Sz.R., 1946., 51, No 8, 615.
17. P. P. Budnikov, N. Sz. Feigin stb.: Metallurg, 1939., No 10/11, 54.

Budnikov P. P.: A dolomit, mint építő- és tüzálló anyagok nyersanyaga.

A dolomit a komplex módon eredményesen felhasználható nyersanyagok közé tartozik. A dolomithól

MgO nyerhető ki, továbbá magnézium előállítására használják és így a vegyi-, az üveg-, a fajansz-, a porcellán- és az építőipar fontos nyersanyaga. A dolomit egyik főfogyasztója a fémkohászat.

A ki nem égetett dolomitot fel lehet használni hidrotermális kezelési építőanyagok előállítására.

A nagyobb cementrézszeeskék, a minőség romlása nélkül, 30%-ig őrölt dolomit és mészkőrézszeeskékkel helyettesíthetők.

A dolomittartalmú tüzálló anyagok előállítására szolgáló módszerek közül gyakorlati és elméleti érdekekből stabilizációs módszert dolgoztak ki dunit és szerpentin hozzáadásával.

Stabilizált dolomitot kapunk akkor is, ha a dolomit 4—6% $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ -t és 6—7% SiO_2 -t tartalmaz kiégetés mellett.

A dolomit stabilizálására igen célszerű a kromit. Az őrölt kromit-dolomit tüzállóanyag a portlandcement-hez hasonlóan szilárdul. Martinkemencékben végrehajtott kísérletek azt mutatják, hogy a kromit-dolomit tüzállóanyag jól helyettesíti a magnezittéglát.

П. П. Будников: ДОЛОМИТ, КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОГНЕУПОРОВ.

Sреди разнообразного сырья, которое с успехом может быть комплексно использовано, является доломит. Доломит является источником выделения MgO , он используется для получения магнезия, в химической, стекольной, фаянсовой, фарфоровой и строительной промышленности. Главный потребитель доломита металлургия.

Безобжиговый доломит можно использовать для изготовления строительных материалов гидротермальной обработки в автоклаве.

Крупные частицы цемента, без ущерба для качества его, могут быть заменены измельченными частицами доломита или известняка в количестве до 30%. Среди различных способов получения доломитового огнеупора практический и теоретический интерес представляет способ стабилизации путем добавки дунита или эмсевики. Стабилизированный доломит получается также при условии, если он содержит 4—6% $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ и 6—7% SiO_2 и обжиге при 1460°.

В качестве стабилизатора доломита целесообразно использовать хромистый железняк.

Измельченный хромито-доломитовый огнеупор твердеет подобно портланд-цементу. Испытания хромито-доломитового огнеупора в мартеновской электропечи показали, что он может заменить магнезитовый кирпич.

Budnikov, P. P.: Dolomit als Rohstoff von Baustoffen und feuerfesten Materialien.

Der Dolomit gehört zu den auf komplexer Weise gut verwendbaren Rohstoffen. Aus dem Dolomit kann MgO gewonnen werden, er wird ferner zur Herstellung des Magnesiums verwendet und stellt somit ein wichtiges Rohmaterial der chemischen, Glas-, Steingut-, Porzellan- und Bauindustrie dar. Einer der Hauptverbraucher des Dolomits ist das Metallhüttenwesen.

Aus dem ungebrannten Dolomit werden hydrothermisch behandelte Materialien erzeugt.

Die größeren Zementteilechen können — ohne Qualitätsverschlechterung — bis zu 30% durch gemahlenen Dolomit- und Kalksteinteilechen ersetzt werden.

Von den Erzeugungsmethoden der dolomithaltigen feuerfesten Materialien wurde, im Interesse der Theorie und Praxis, ein Stabilisierungsverfahren durch Zugabe von Dunit und Serpentin entwickelt.

Durch Brennen bei 1460° C erhalten wir ebenfalls einen stabilisierten Dolomit, falls das Gestein 4—6% an $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ und 6—7% an SiO_2 enthält.

Zur Stabilisierung des Dolomits wird zweckmässigerweise chromhaltiges Eisenerz zugegeben.

Das gemahlene Chromit-Dolomit feuerfeste Material erhärtet zementähnlich. Die in Martin-Öfen durchgeführten Versuche zeigen, dass die Magnesitsteine durch Chromit-Dolomit feuerfestes Material erfolgreich ersetzt werden können.

A kohóhabsalak halmaztérfogatsúlyának és önszilárdságának összefüggéséről*

UJHELYI JÁNOS

1. Bevezetés

A hazai könnyűbetonelőállítás céljaira jelenleg a természetes eredetű tufaadalékanyagon (1) kívül csak duzzasztott (habosított) kohósalak — továbbiakban röviden habsalak — áll nagyobb mennyiségben is rendelkezésre. A habsalakelőállítás és felhasználás hazánkban még csak rövid múltra tekinthet vissza. Először az Ózdi Kohászati Művekben habosítottak kohósalakot, betonadalék céljára, kezdetleges, ún. „homokágyas” technológiával. Egyenletes minőségű habsalak gyártására azonban ez az eljárás nem alkalmas. A habsalakelőállítás azóta indult jelentős fejlődésnek, amióta az ÉTI-ben sikeresen kísérleteztünk vaslemez öntési technológiával s e kísérletek eredményei alapján elkészült Sztálinvárosban az első folyamatos — üzemi — gyártásra is alkalmas öntőtálca (2).

A kísérleti habsalakelőállítással párhuzamosan az ÉTI beton- és habarcs osztályán 1956—1958. években vizsgálatokat végeztünk az anyag tulajdonságaival és a habsalakbeton készítmény technológiájával kapcsolatban. E tanulmányban a habsalak adalékanyagtulajdonságok vizsgálatának néhány eredményét ismertetjük.

2. A habsalak halmaztérfogatsúlyáról és önszilárdságáról általában

Ismeretes, hogy míg a szokványos kavicsbetonok készítése során csak a megfelelő beton-szilárdság elérésére törekszünk, addig könnyűbetonok készítése esetében a megfelelő beton-szilárdság mellett gondot kell fordítanunk a megfelelő betontérfogatsúlyra is.

Tudjuk, hogy a beton szilárdságát befolyásolja az adalékanyag önszilárdsága. A kavicsbeton adalékanyagától pl. azt követeljük meg, hogy önszilárdsága az elérendő betonszilárdság kétszerese legyen (3). Első kérdésünk tehát az, hogy habsalak adalékanyag alkalmazása esetén milyen önszilárdság szükséges előírt betonszilárdság biztosítására s az adalék önszilárdságát milyen módszerrel állapíthatjuk meg.

A beton térfogatsúlyát az adalékanyag térfogatsúlya, halmazsúlya határozza meg. A kavicsbetonok készítése során az adalékanyag halmaztérfogatsúlya általában nincs előírva. A könnyűbetonok előírt térfogatsúlyának betartása azonban legalább olyan lényeges, mint az előírt szilárdság biztosítása, így a habsalakadalék halmaztérfogatsúlyát ugyancsak vizsgálni kell. Kérdés, hogy az adalék halmaztérfogatsúlya hogyan befolyásolja a beton térfogatsúlyát, a laza halmaztérfogatsúlyt milyen módszerrel állapíthatjuk meg és végül van-e összefüggés a habsalak önszilárdsága és halmaztérfogatsúlya között.

Tanulmányunkban az önszilárdság és halmaztérfogatsúly vizsgálati módszereivel, valamint az önszilárdság és halmaztérfogatsúly összefüggésével foglalkozunk. Az adalékanyag önszilárdságának és halmaztérfogatsúlyának befolyását a beton nyomószilárdságára és térfogatsúlyára későbbi tanulmányban kívánjuk megvilágítani.

3. A halmaztérfogatsúly és az önszilárdság vizsgálati módszerei

3.1 A halmaztérfogatsúly vizsgálata.

A halmaztérfogatsúly vizsgálatát az MSZ 4713 szabvány (Beton alapanyagainak vizsgálata) írja elő. A szabvány 3,241 pontja szerint legfeljebb 5 mm szemnagyságú adalékanyagot 10 liter ($d = m = 23,25$ cm), ennél nagyobb szemnagyságú anyagot 20 liter ($d = m = 29,42$ cm) belső térfogatú, merevfallú fémhengerben kell vizsgálni. Az adalékanyagot óvatosan szórjuk a hengerbe úgy, hogy az edény felső éle felett a felesleges anyag túlömöljék. A felesleget az edény tetejéről vasvonalzóval húzzuk le. Az üres edény és a megtöltött edény súlyát g pontossággal mérjük meg. A halmaztérfogatsúly S_H /értéke:

$$S_H = \frac{G_2 - G_1}{H} \text{ kg/liter}$$

ahol G_1 = az üres edény súlya (kg)

G_2 = a megtöltött edény súlya (kg)

H = az edény térfogata (liter)

A DIN vonatkozó előírásai szerint (4) a homok halmaztérfogatsúlyát 5 liter űrtartalmú, a durvább adalékanyagét 10 liter űrtartalmú edényben kell vizsgálni. Az anyagot az edénybe lazán eresztik be, majd meghatározott módon berázzák. A halmaztérfogatsúly a közölt képletből számítható.

Az amerikai szabvány (ASTM C 29—42) a német előírásokhoz hasonlóan 5 és 10 literes edények alkalmazását javasolja, azonban a halmaztérfogatsúlyt lazán beeresztett és bedöngölt állapotban is megállapítja.

Vizsgálataink során mind a hazai, mind a külföldi előírásoktól el kellett térnünk, mert — különösen a finomszemű adalékok halmaztérfogatsúlyának mérésekor — nem állt rendelkezésünkre kellő mennyiségű anyag. Ezért a régi hazai cementszabványban javasolt 10 cm belső élhosszúságú 1 dm³-es fémkockát alkalmaztuk a halmaztérfogatsúlyok meghatározására, amelybe a habsalakot lazán töltöttük be. Megvizsgáltuk azonban azt is, hogy azonos adalékanyagot különböző edényben mérve, milyen különbségek adódnak. A vizsgálatok eredményeit az 1. táblázatban közöljük.

Az 1. táblázat adatai szerint akár 1 literes, akár 10 vagy 20 literes edényben vizsgáljuk a halmaztérfogatsúlyt, az eredmények egymással

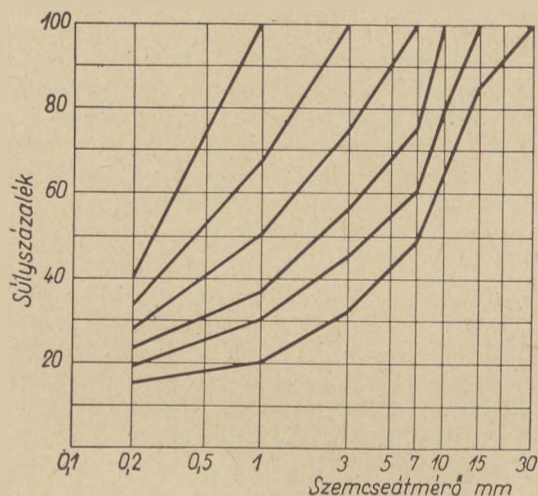
* Építéstudományi Intézetben végzett munka alapján.

1. táblázat

Különböző halmaztérfogatsúly vizsgálatok összehasonlítása

Szemmagyság	1 literes kocka		10 literes kocka		20 literes kocka	
	szárazon	nedvesen	szárazon	nedvesen	szárazon	nedvesen
0—15 mm	1278	1033	1258	1086	1241	1095
5—15 mm	859		849		857	
0—1 mm	1388		1396		1398	

összhangban vannak. Az 1. táblázatból látható továbbá, hogy a nedves habsalak fellazulása a száraz habsalakhoz képest olyan mértékű, amelynek következtében a nedves habsalak halmaztérfogatsúlya a száraz habsalakhoz képest mintegy 20%-kal csökken. Ha számításba vesszük azt is,



1. ábra. Az adalékanyag halmaztérfogatsúlyának megállapítására alkalmazott szemszerkezetek

tok halmaztérfogatsúlyát külön-külön megmértük. Megállapítottuk továbbá adott szemszerkezetű, 0—1, 0—3, 0—7, 0—10, 0—15 és 0—30 mm-es adalékkverékek halmaztérfogatsúlyát is. A vizsgált adalékanyagok szemszerkezeti görbéit az 1. ábrán rajzoltuk meg. A vizsgálati eredményeket a 2. táblázatban tüntettük fel.

A habsalak — és általában az adalékanyagok — összehasonlítására adott szemcsecsoport, vagy adott maximális szemmagyságú és szemszerkezetű adalékkverék halmaztérfogatsúly értékeit vehetjük alapul. Adott szemcsecsoport vizsgálata — a a vizsgálati minta könnyebb és gyorsabb előállítása miatt — egyszerűbb, ezért összehasonlítási alapként a 7—15 mm-es adalékcsoport halmaztérfogatsúlyát választottuk. Ennek a szemcsecsoportnak alkalmazása, mint a továbbiakban látni fogjuk, az önszilárdság vizsgálata miatt is indokolt. A továbbiakban az „adalékanyag halmaztérfogatsúlya” alatt minden esetben 7—15 mm szemmagyságú, 105 C° hőmérsékleten súlyállandóságig szárított anyag lazán betöltött állapotban mért halmaztérfogatsúlyát értjük.

3.2. Önszilárdság vizsgálata.

Az adalékanyag önszilárdságának megállapítására sokféle vizsgálati módszer ismeretes. Az adalék nagyobb szemcséiből kivágott kockapróbatestek vizsgálatán kívüli módszerek közös jellemzője, hogy az adalékanyagot statikusan, vagy dinamikusan terheljük s vagy a terhelés alatti aprítódás, vagy az összenyomódás méréséből következtetünk az önszilárdságra. A terhelés lehet állandó s ekkor a változó mértékű aprítódás, illetve összenyomódás arányos az önszilárdsággal, vagy az összenyomódás változatlan s mérjük a adott összenyomódást okozó, az adalék önszilárdságával változó s azt jellemző erőt. Kísérleteink során — kedvező tapasztalataink miatt — A. Hummel (6) módszerét alkalmaztuk. Ennek lényege a következő:

Megállapítjuk a vizsgálandó adalékanyag 7—15 mm-es szemcsecsoportjának halmaztérfogat-

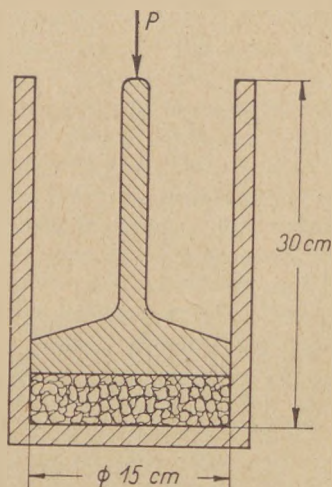
2. táblázat

Különböző szemszerkezetű habsalakadalék halmaztérfogatsúlya

Szemmagyság, mm	0—0,2	0,2—1	1—3	3—7	7—10	10—15	15—30
Halmaztérf. s., kg/m ³	1132	1045	926	810	728	720	627

Szemmagyság, mm	0—1	0—3	0—7	0—10	0—15	0—30
Halmaztérf. s., kg/m ³	1296	1299	1193	1154	1080	1034

súlyát. A halmaztérfogatsúly ismeretében súlyméréssel 0,5 liter 7—15 mm-es adalékot mérünk ki. A kimért adalékot 15 cm átmérőjű, 30 cm magaságú fémhenger alján egyenletesen szétterítjük, majd a 2. ábra szerinti módon 5 tonna erővel fokozatosan megterheljük. A terhelést 1,5 perc alatt növeljük a maximális értékig.



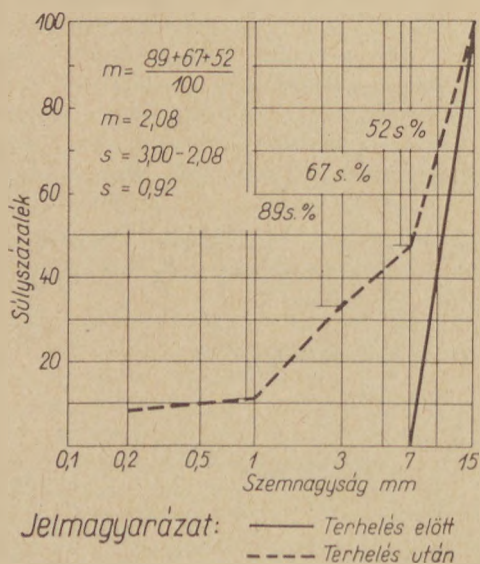
2. ábra. Hummel-féle önszilárdságvizsgálat

A terhelés alatt az anyag — szilárdságától függően — szétmorzsolódik. A szétmorzsolódás mértékét az eredeti (7—15 mm-es) és a szétmorzsolott (0—15 mm-es) anyag 1, 3 és 7 mm-es szitán mért finomsági modulusainak különbségével jellemezhetjük. A 7—15 mm-es anyag finomsági modulusa 3,00, így a szétmorzsolódási tényező (S):

$$S = 3,00 - m$$

ahol m = a szétmorzsolott anyag 1, 3 és 7 mm-es szitán mért finomsági modulusa. A szétmorzsolódási tényező számítását a 3. ábrán közölt példával mutatjuk be.

Vizsgálataink alkalmával minden szétmorzsolódási tényezőt 3 minta eredményeinek átlagából számítottunk ki. A mérések során a sztálin-



3. ábra. Példa a szétmorzsolódási tényező számítására

városi öntési kísérletek anyagát ellenőriztük, így mind a halmaztérfogatsúly, mind a szétmorzsolódási tényező szórása nagy volt. Azt tapasztaltuk azonban, hogy a szétmorzsolódási tényező, vagyis az önszilárdság és a litersúly összefügg egymással, ezért ezek korrelációját a matematikai statisztika módszereivel feldolgoztuk.

4. A halmaztérfogatsúly és az önszilárdság összefüggése

A halmaztérfogatsúly és az önszilárdság összefüggésének megállapítására rendszeresen ellenőriztük az ÉTI 1956—57. évi sztálinvárosi kísérleti habsalakgyártásából kikerülő anyagot. A vizsgálatok eredményeit a matematikai statisztika módszereivel (7) a 3. táblázatban dolgoztuk fel.

A 3. táblázatban a 0,05 egységenként csoportosított, 5 tonna terhelés mellett megállapított szétmorzsolódási tényezők s a hozzájuk tartozó, 25 egységenként csoportosított halmaztérfogatsúlyok (tehát összetartozó szétmorzsolódási tényező-halmaztérfogatsúly értékpárok) önmagukban vett n_{ik} gyakoriságai állanak. A szétmorzsolódási tényező x_i változó értékei helyett a számítási munka megkönnyítésére v_i , a halmaztérfogatsúlyok y_k változó értékei helyett v_k új változókat vezettük be. A régi és új változók egymással $x = au + b$, illetve $y = cv + d$ kapcsolatban vannak.

A korrelációs táblázat melletti második, n_i jelzésű oszlop a gyakoriságok sorok szerint vett összegeit, tehát a vizsgált habsalak x szétmorzsolódási tényező szerinti eloszlását mutatja. Ugyanígy a táblázat alatti második n_k jelzésű sor az y halmaztérfogatsúly szerinti eloszlást. A táblázaton kívüli második oszlop és sor tehát a kétméretű eloszlás két egyméretű peremeloszlását tartalmazza. Így e sor és oszlop kereszteződésébe elemeiknek közös $n = 137$ összegét írhattuk, vagyis a vizsgálatok teljes számát.

A vonatkozási táblázatokat követő harmadik, illetve negyedik oszlop az n esetlegességi változó első, illetve második nyomatékának kiszámítására szolgál és a +48, illetve 2320 összeget adja. Ebből a számítások szerint $E(x) = 1,048$, illetve $S_x = 0,205$, vagyis az átlagos szétmorzsolódási tényező a 137 adalékanyagminta vizsgálata alapján 1,048, a négyzetes középhiba 0,205, a szórás 19,6%. A szórás értéke tehát elég magas, ezt azonban indokolják, a vizsgálatokhoz alkalmazott habsalak előállításának körülményei, nevezetesen az, hogy nem folyamatos, üzemszerű gyártásból származó, hanem változó és változtatott feltételek között végbemenő kísérletek során készített anyagot ellenőriztünk.

A fentiekhez hasonlóan a vonatkozási táblázatrészt követő harmadik, illetve negyedik sor alapján $E(y) = 685$ g/lit, $S_y = 91,5$ g/lit, így a 685 g/lit átlagos halmaztérfogatsúly szórása 13,3%.

A vonatkozási együttható meghatározására ezután (u, v -nek a (0,0)-ra vonatkozó vegyes másodrendű nyomatékát számítottuk ki. A vonatkozási táblázatrészt követő 5. és 6. oszlop, illetve

táblázat	

sor e számításokat tartalmazza. Vagy az előbbi, vagy az utóbbi elméletileg felesleges, de alkalmas a gyakorlatilag könnyen elvéthető számítások ellenőrzésére. Ebből a vonatkozási együttható a számítások szerint 0,835.

A számítások eredményei alapján a következő megállapítások tehetők:

— az ÉTI 1957—58. évi sztálinvárosi kísérletei során előállított kohósalak átlagos halmaztérfogatsúlya 685 g/l, 91,5 g/l négyzetes középhibával. Szétmorzsolódási tényezője 1,048, 0,205 középhibával, 19,5% szórással;

— a halmaztérfogatsúly és a szétmorzsolódási tényező (önszilárdság) között bizonyos korreláció már a 3. táblázatra vetett első pillantással megállapítható: a halmaztérfogatsúly növekedésével csökken a szétmorzsolódási tényező, azaz az önszilárdság. A korreláció akkor volna teljes, függvénytani és megfordítható, ha a vonatkozási együttható $r = 1$ volna. Ez azonban számításaink szerint 0,835, vagyis a változók közötti elsőfokú vonatkozás mértéke a teljesnek 83,5%-a;

— a táblázat utolsó oszlopában az egy-egy x érték mellett mutatkozó y értékeknek $y = m_2(x)$ középtértékét, mint x függvényét határoztuk meg, amelyek éppen az y -nak x menti $y = m_2(x)$ visszatérési (regressziós) görbéjére esnek. Az adatokat a 4. ábrán kereszttel jelöltük meg. Az eloszlás középpontjába fektetett

$$S = -0,00294 \cdot L + 3,058$$

egyenlettel jellemzett egyenes ordinátái az ugyanolyan abszcisszájú szórt ordinátákat a legkisebb négyzetek szempontjából legjobban megközelítik. Ez az egyenes y -nak X -menti regressziós, vagy visszatérési egyenes.

Ugyanígy egyenlítettük ki az egy-egy y érték mellett mutatkozó x értékeknek $x = m_1(y)$ középtértekeit, mint y függvényét a 4. ábra szerint az

$$L = -420 \cdot S + 1125$$

egyenletű egyenessel, amelyek az x -nek y -menti visszatérési, regressziós egyenesei.

Ezek szerint a szétmorzsolódási tényező (S) adott L halmaztérfogatsúly esetén

$$S = -0,00294 \cdot L + 3,058$$

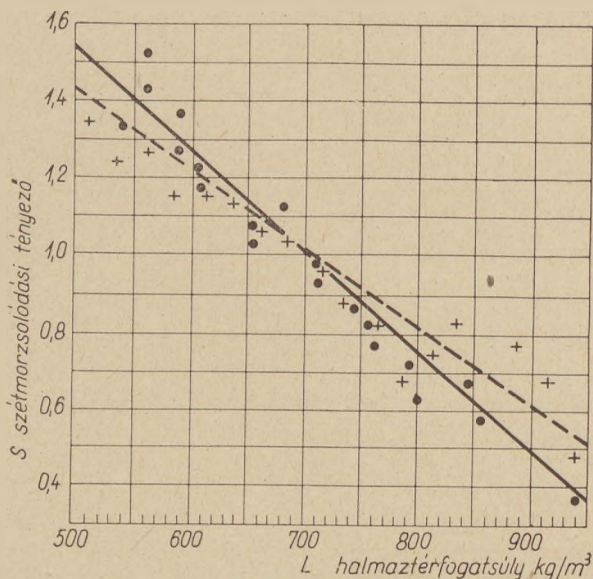
egyenletből 83,5%-os valószínűséggel állapítható meg.

— A végzett kísérletek és számítások szerint az A. Hummel javasolta szétmorzsolódási tényező és a halmaztérfogatsúly között habsalakadalék esetében szoros korreláció van. Egyéb vizsgálataink s a külföldi adatok szerint is pl. lásd (8) a szétmorzsolódási tényező az adalék önszilárdságára jellemző s így feltételezhető, hogy a betonszilárdsággal is összefüggésben van. A betonszilárdság és habsalak önszilárdságának összefüggését későbbi tanulmányunkban fogjuk ismertetni. Ennek az összefüggésnek kiderítése adott lehetőséget arra, hogy a habsalakbetonkészítés szabatos módszereit is kidolgozhassuk.

Regressziós egyenesek egyenletei:

$$L = 1125 - 420 \cdot S \quad \bullet \text{ ———}$$

$$S = 3,058 - 0,00294 \cdot L \quad + \text{ - - - -}$$



4. ábra. A halmaztérfogatsúly és a szétmorzsolódási tényező összefüggése

IRODALOM

- (1) Újhelyi János: Tufabetonok. Magyar Építőipar 1958. 10—12. szám 466—473. lap.
- (2) Rudnai Gyula: Ipari eredetű könnyűbetonadalékanyagok. Előadás az Építőipari Tudományos Egyesületben 1958. febr.
- (3) dr. Palotás László: Minőségi beton. Bp. 1952. 77—78. lap.
- (4) dr. Ing. A. Hummel—dr. phil. K. Charisius: Baustoffprüfungen 3. kiadás, Düsseldorf, 1957.
- (5) R. W. Kluge—M. M. Spaks—E. C. Tuma: Lightweight Aggregate Concrete. Journal of the A. C. I. 1949. máj. 625—639. lap.
- (6) A. Hummel: Die Ermittlung der Kornfestigkeit von Ziegelsplitt und anderen Leichtbeton-Zuschlagstoffen. Schriftreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. 114. füzet, Berlin 1954.
- (7) dr. Szentmártony Tibor: Matematikai statisztika a műszaki gyakorlatban. Bp. 1950.
- (8) dr. Ing. K. H. Wesche: Beton aus porigen Stoffen. Betonstein Zeitung, 1958. 3. szám, 69—74. lap.

Újhelyi János: A kohósalak halmaztérfogatsúlyának és önszilárdságának összefüggéséről.

Az Építéstudományi Intézetben végzett habsalak előállítási kísérletek során megvizsgáltuk a habsalak halmaztérfogatsúlyának és önszilárdságának összefüggését. Megállapítottuk, hogy az adalék önszilárdságára a Hummel féle szétmorzsolódási tényező jellemző. Megállapítottuk továbbá, hogy a két változó között a korreláció szoros, s adott L halmaztérfogatsúlyból az S szétmorzsolódási tényező az

$$S = -0,00294 \cdot L + 3,058$$

képletből 83,5%-os valószínűséggel számítható. A szétmorzsolódási tényező (önszilárdság) meghatározása a habsalakbetonok készítésének előfeltétele.

Янов Уйхейу: О ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ НАСЫПНЫМ ВЕСОМ И САМОУПРОЧНЕНИЕМ ДЮМЕННОГО ПЕНОПЛАКА.

В течении исследований по производству пеноплака, проведенных в Научном Институте по строительству, была испытана зависимость между насып-

ным весом и самоупрочнением пеношлака. Установлено, что самоупрочнение добавки характеризуется коэффициентом раздробления Гуммела. Далее было установлено, что между двумя переменными корреляция оказывается тесной; из насыпного веса L коэффициент раздробления может вычисляться с вероятностью 83,5% по формуле

$$S = -0,00294 \cdot L + 3,058.$$

Определение коэффициента раздробления (самоупрочнения) является предпосылкой производства пеношлакового бетона.

J. Újhelyi: Über den Zusammenhang des Schüttgewichtes und der Eigenfestigkeit von Hüttenbims
Im Laufe der im Ungarischen Wissenschaftlichen

Institut für Hoch- und Tiefbau durchgeführten Herstellungsversuche wurde der Zusammenhang des Schüttgewichtes und der Eigenfestigkeit untersucht. Es wurde festgestellt dass die Eigenfestigkeit des Zuschlagstoffes durch den Hummel'schen Zertrümmerungsgrad charakterisiert werden kann. Es wurde weiterhin festgestellt, dass zwischen den beiden Parametern eine enge Korrespondenz besteht, und dass aus einem gegebenen Schüttgewicht „ L “ der Zertrümmerungsgrad „ S “ mit einer Wahrscheinlichkeit von 83,5 Prozent ermittelt werden kann, und zwar mit Hilfe der Gleichung:

$$S = 0,00294 \cdot L + 3,058$$

Die Vorbedingung der Herstellung von Hüttenbims ist die Bestimmung der Zertrümmerungsgrades.

NEMCSAK

új magyar- és idegennyelvű

HANEM

antikvár szakkönyveket

IS

vásárolhat és eladhat a

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

Az energiagazdálkodás főbb problémái az üvegiparban*

SZÁDER RUDOLF

A magyar üvegipar népgazdaságunkban nem nevezhető nagyiparnak, de azért termelési eredményeit és értékeit nézve, megállapíthatjuk, hogy nagymértékben biztosítja a különböző üvegfajtákból a belföld igényeit és ezenfelül közvetve, vagy közvetlen exportra is gyárt különböző cikkeket.

A fejlesztés vonalán mindinkább előtérbe kerül a gyártmányok minőségének fokozása és a termelés gazdaságossága. A gyártmányok minőségfokozása szükségessé teszi a korszerű gyártástechnológia alkalmazását és a meglévő berendezések megfelelő módon való korszerűsítését. Döntő feladatnak kell tekintenünk a termelés gazdasági szempontból való vizsgálatát is, mivel csak ezen keresztül tudjuk úgy a belföldi-, mint a világpiaci versenyben helyünket az élvonalban megtartani.

Az üvegipari gyártástechnológiai folyamatok elsősorban energiabázisokra támaszkodnak, ezért szükséges az energiával kapcsolatos problémák jobb megismerése és ennek alapján a fajlagos felhasználás csökkentésére a megfelelő intézkedések megtétele.

Az üvegipar eddig is sok mindent megtett, hogy az üvegyártás gazdaságosságát biztosítsa és az önköltséget csökkentse, ezután azonban még fokozottabban szükséges ennek szem előtt tartása.

Visszatekintve az 1949-ben történt államosítás óta eltelt időre, a következő számadatok adnak felvilágosítást az elért eredményekről:

Az 1949. évi termelést 100%-nak véve alapul, az 1959. évi várható termelés teljesítése 302% lesz. Az 1949 óta megépített új vagy korszerűsített üveglvasztókemencék száma eléri a negyvenet. Ezek kizárólag hazai tervek alapján készültek, olyan eredménnyel, hogy egyes KGST országok elkérték — felhasználás céljából — az egyes kemencék terveit. Az új kemencetípusok kialakításánál döntő feladatnak tekintették a tervezők, hogy a tervek a nemzetközileg ismert módszerek és az összegyűjtött hazai gyakorlati értékek figyelembevételével, hőtechnikai számítások alapján készüljenek. Ennek eredményeképpen megvalósultak hazánkban az eddig külföldön csak kismértékben alkalmazott rekuperatoros, dupla-boltozatú, nyersgenerátorgáz-, illetve tisztított generátorgáz- vagy földgáz tüzelésű üveglvasztókemence-típusok, függően a megolvasztandó különböző üvegfajtáktól. Megoldást nyert a speciális keményüveg (tűzállóüveg) olvasztásához szükséges folyamatos kádkemencetípus kialakítása, az eddig használt szakaszos kemencével szemben. Sikeresen, jó eredmények elérésével alakították ki a rezisztens üvegeső gyártásához alkalmas kemencetípust, amelynek segítségével ma jobb minőségű rezisztens üvegesőveket gyártunk, mint bár-

melyik nyugati ország hasonló csőhúzóberendezéssel. Továbbfejlesztjük és korszerűsítjük üvegiparunkat a modern gyártástechnológia vonalán, hogy méltó helyet foglalhasson el a szocialista üvegipar nagy családjában.

Természetes, hogy munkánkban vannak nehézségek, hiányosságok, de ezek elsősorban a műszaki szakemberek hiányából és a problémák fokozott mértékben való megjelenéséből adódnak. A hiányosságok megszüntetésénél elsősorban azok az iparágak tudnának segítséget adni, amelyek az üvegiparhoz hasonló technológiával, berendezésekkel dolgoznak, továbbá azok a kutatóintézetek, tervezőirodák és szervek, amelyek ezen profilon belül működnek.

A mai konferencia célja az energiagazdálkodással kapcsolatos problémák feltárása, hogy ezáltal lehetőség nyíljon a problémák csökkentésére, vagy esetleg teljes megszüntetésére.

A fentiek előrehocsátása után áttérek az energiagazdálkodással kapcsolatos egyes részletkérdésekre:

I. Energiaellátás

Az üveglvasztókemencék, feszültségtelenítő-szalaghűtők, a temperálókemencék és egyéb segédberendezések üzemeltetése nagyjából nyers generátorgáz tüzeléssel történik. E célból évente kb. 300 000 tonna barna és fekete szén használatunk fel. Földgázszükségletünk kb. 10 000 000 Nm³/év, városi gáz szükségletünk pedig eléri a 7 000 000 Nm³/évet. A villamosenergiánk kb. 16 000 000 kWó/év. Ezek a számok is mutatják, hogy energiagazdálkodási szempontból mennyire fontos megvizsgálni a lehetőségeit azok fajlagos csökkentésének.

A barnaszenekből előállított nyersgázt „Koller” rendszerű generátorok segítségével állítjuk elő, saját generátortepeinken. Az évente így előállított nyersgenerátorgáz mennyisége kb. 420 000 000 Nm³. A barnaszenek minőségétől függően átlag 1300—1450 Kcal/Nm³ fűtőértékű gázt kapunk. Az üvegiparban alkalmazott leggyengébb minőségű szén- és generátorgáz adatai a következők:

Délnógrádi kockaszén

Szemcseösszetétel:

0—20 mm-ig	22,95 %
20—50 mm-ig	39,15 %
50 mm felett	37,90 %
Összesen ...	100,00 %
Nedvesség	16,20 %
Hamu	37,15 %
C	35,49 %
H	2,62 %
S	1,80 %
O	5,74 %
N ₂	1,00 %
Összesen ...	100,00 %

Szén égéshő: 3,486 kcal/kg szén.
Szén fűtőérték: 3,249 kcal/kg szén.

* Budapesten 1959. okt. 15-én az „Ipari Energiagazdálkodási Konferencián”-n megtartott előadásanyag.

Generátorgáz
Gramm/Nm³

	%	C	H	O	N	S	Összesen
CO ₂	7,0	37,8	—	101,0	—	—	138,8
H ₂ S	0,5	—	0,5	—	—	7,2	7,7
O ₂	0,6	—	—	8,3	—	—	8,3
CO	20,4	109,0	—	145,6	—	—	254,6
CH ₄	4,9	26,2	8,8	—	—	—	35,0
H ₂	15,4	—	13,8	—	—	—	13,8
N ₂	51,2	—	—	—	645,0	—	645,0
	100,0	173,0	23,1	254,9	645,0	7,2	1103,2

Generátorgáz fűtőértéke (generátor-telep átlag)	1434,0	Kal/Nm ³
Vízgőztartalma	230,0	gr/Nm ³
Kátránytartalma	21,0	gr/Nm ³

Kátrányösszetétel:

C	81,0%
H	8,9%
S	2,5%
O	1,1%
N	0,5%
Szennyeződés	6,0%
	100,0%

Kátrány fűtőértéke: 8950 kal/kg

1 kg szénre aláfűvott levegőmennyiség ..	0,84	Nm ³ /kg
1 kg szénből termelt gáz mennyisége	1,29	Nm ³ /kg
1 kg szénből kapott salak	46,7%	
Generátortelep átlag gázosítási hatásfoka	55,0%	

Az elemzésből látható, hogy az üvegyiparnak még sok intézkedést kell tennie ahhoz, hogy a nyers generátorgázból olyan gázt állítson elő, amely a korszerű üveglvasztási technológiának megfelel. Ezek lennének: a kátrányleválasztó, a fenoltalanító és a kéntelenítő berendezések megvalósítása. Létesítésük igen nagy beruházási összeget és ezzel párhuzamosan nagy üzemeltetési költséget jelent. A kátrányleválasztó berendezések megvalósításánál nem jelentkeznék nagyobb problémák, inkább a fenoltalanítás és kéntelenítés területe az, amely nemcsak hazánkban, hanem az egész világon nem nyert megoldást. Itt mindjárt felmerül a kérdés, nem volna e célszerűbb a sok generátortelep helyett az üvegyárakhoz közel fekvő központokban — lehet az ipari centrum, város stb. — egy-egy központi gázüzem létesítése, ahol a kátrányleválasztás, a fenoltalanítás és a kéntelenítés megoldást nyerhetne? Ezzel a megoldással javulna a gáz minősége, fűtőértéke és csökkenne a gáz előállítási költsége.

Gazdasági számítások — amelyeket az NDK-ban végeztek — igazolják ennek létjogosultságát, mert 5–10 km-es körzetből szállított távgáz még mindig olcsóbb, mint az üzemben előállított. Ezt a tényt támasztja alá a Ruhr-vidéken már évekkel ezelőtt megvalósított nagykiterjedésű távgáz-hálózat is.

A kérdés megoldása gyors intézkedést kíván, mert a folyamatban levő és még néhány éven át húzódó generátortelepek rekonstrukciós munkáira előirányzott összegeket erre a célra lehetne fordítani.

A földgáz — mint az üvegyipar legideálisabb tüzelőanyaga — jelenleg még csak korlátozott mennyiségben áll rendelkezésünkre és elsősorban olyan speciális üvegek olvasztására használjuk, ahol igen magas olvasztási hőmérsékletet kell elérnünk.

A városi gázellátásban a jelenlegi nehézségek fokozatosan megszűnnek a sztálinvárosi távgáz bekapcsolásával.

Visszatérve az üvegyárak berendezéseihez, meg kell jegyezni, hogy távlati fejlesztési terveinkben egy új tüzelőanyag felhasználásának a lehetősége szerepel, éspedig a fűtőolajé. Véleményünk szerint ez egy ideális tüzelőanyag az üvegyártás céljaira, ha ennek összetételében a kéntartalom az 1,2–3% között van.

Jelenleg kísérletek folynak ennek a tüzelőanyagnak pótfűtés-ként való alkalmazására, ami azt jelenti, hogy a meglevő generátortelepen előállított nyersgenerátorgáz fűtőértékét és ezzel az üveglvasztókemencék olvasztási hőmérsékletét és ezen keresztül a fajlagos olvasztási kapacitást növeljük. A kísérletek nem az olaj felhasználására irányulnak, hanem elsősorban az üveg olvasztásához legalkalmasabb olajgőz típus kialakítására.

Az olajtüzelés fokozott alkalmazása és a barnaszén felhasználása csökkentése céljából üvegyiparunk a második ötéves terv időszakán belül létesítendő új üvegyárakat már csak kizárólag olaj- vagy földgáz fűtőanyagra építi. Ezzel a megoldással nemcsak energiamegtakarítást, hanem az üveg előállításával kapcsolatban önköltséges csökkentést is kívánunk elérni. Itt említem meg még röviden, hogy modern automatagépeinknél, azoknak üveggel való ellátása jelenleg csak megfelelő olaj- vagy földgáztüzelésű berendezéssel lehetséges, mert a gépek üvegcsappokkal való ellátása a pontos hőmérséklet beállításától függ, ez a jelenlegi nyersgenerátorgáz berendezésekkel nem oldható meg. Az elmúlt időben megvalósított berendezésekhez kizárólag gázolajat használtunk fel, azonban megfelelő berendezések, elsősorban olajgőzök kialakítása után talán lehetővé válik itt is a fűtőolaj felhasználása.

Az olajtüzelés alkalmazására korlátlan lehetőség van, mivel minden berendezés — legyen az szalaghűtő, beégetődob, temperálókemence, száritóberendezés stb. — ezzel a tüzelőanyaggal üzemeltethető.

Az olajtüzeléssel kapcsolatban felmerülő problémák megoldása túllépi az üvegyiparban levő műszaki szakemberek ismereteit, ezért szükség lesz az ilyen berendezéseket tervező és használó iparágak segítségére.

Összefoglalva az energiaellátás kérdéseit, a közeljövőben a következő feladataink vannak:

1. A központi generátortelepek létesítésével kapcsolatos lehetőségek felmérése.

2. Generátortelepek részére korszerű széntárolók, előkészítőberendezések létesítése.

3. A fenol- és kéntelenítéshez szükséges megbízható berendezések létesítése olyan üvegyárak részére, ahol más fűtőanyag felhasználása egyelőre nem kerül szóba.

4. Megfelelő fűtőolaj minőség kialakítása üveg-olvasztás és üvegfeldolgozás céljából.

5. Olyan olajégőkonstrukciók kialakítása, amelyek az üvegolvasztás és feldolgozás követelményeinek megfelelnek.

II. Üvegolvasztó berendezések

A bevezetőben már említettem, hogy üvegyiparunk igen korszerű üvegolvasztó kemenceegységekkel rendelkezik és a még meglévő régi kemenceegységek a második öt éves terv időszakában átépítésre kerülnek.

Olvasztókemencéink szerkezete elég korszerű, olvasztási kapacitásuk az, ami még nem érte el a külföldön általában ismert terheléseket. Külföldön elért átlag terhelési értékek a következők:

a) Táblaüveg olvasztásánál	0,6—0,9 t/m ² 24 óra
b) Öblösüvegek olvasztásánál . . .	0,9—1,7 t/m ² 24 óra
c) Öntött üvegek olvasztásánál . .	1,0—1,7 t/m ² 24 óra
d) Speciál üvegek olvasztásánál .	0,5—1,0 t/m ² 24 óra

Ezzel szemben a magyar üvegyipar 0,5—1,0 t/m² 24 óra átlagértéket tud felmutatni. A lemaradás oka nem a kemencekonstrukció, hanem a nálunk alacsonynak mondható olvasztási hőmérséklet. Külföldön elérik, sőt az olvasztókemencéket 1450—1480 °C olvasztási hőmérséklettel folyamatosan üzemelik. Nálunk átlagban csak 1420 °C olvasztási hőmérsékletet tudunk biztosítani. Ez elsősorban a rossz minőségű szén elgázosításából adódik. E miatt válik szükségessé generátorgáz-tüzelésű olvasztókemencéknél a pótolajtüzelés, új üveggyárak létesítésénél pedig a teljes olajtüzelés bevezetése.

Az elmondottakból következik az a tény, hogy külföldön folyamatos kádmedencéknél 1 kg folyékony üveg olvasztásához szükséges fajlagos hőfelhasználás 1700—3500 Kcal/kg. Ezzel szemben a magyar üvegyipar átlagban 2800—5000 Kcal/kg üvegnél tart.

A különbség elég nagy. Lényeges energiamegtakarítást érhetnénk el ezen a téren, megfelelő intézkedésekkel. Ezekből egy néhányat az alábbiakban említek:

1. Az olvasztókemencék olvasztási hőmérsékletének emelése pótfűtés segítségével.

2. Regeneratív rendszerű olvasztókemencék alkalmazásánál a gáz-levegőközeg magasabb hőmérsékletre való előmelegítésével. Ehhez szükséges a regeneratív kamrarács felületének növelése. Rekuperatív rendszerű üvegolvasztó kemencéknél az előmelegített levegő hőmérsékletének emelése, esetleg — amennyiben generátorgáz kerül alkalmazásra — ennek külön előmelegítése.

3. Az üvegolvasztó kemence felépítmények teljes szigetelésének megoldásához megfelelő minőségű tűzállóanyagok kialakítása, hogy ezáltal a kemencék hőveszteségét csökkentsük.

4. Az üvegolvasztókemencék korszerű műszerezése és szabályozó berendezésekkel való ellátása — automatikus hőfokmérés, gáz-levegő automatikus szabályozás, folyamatos üvegszintmérés, kemencetérnyomás szabályozás — hogy ezek segítségével a kemence hőtechnikai folyamata szabályozható és regisztrálható legyen.

5. A külföldön alkalmazott különböző olvasztási és derítési gyorsító anyagok és berendezések széleskörű felhasználása. (Pl. olvasztó- és derítoszerek alkalmazása, nyersanyagok előmelegítése, automatikus nyersanyagadagoló, gáz-levegőbefúvatási berendezések és elektromos pótfűtés beállítás stb.).

6. Az üvegolvasztókemencék sugárzófelületi melegének csővezetőkben való elvezetése és felhasználása a regeneratív kamrákban vagy más célokra.

7. Füstgázhasznosító berendezések létesítése melegvíz, gőz vagy áram előállítására.

Az elmondottakból megállapítható, hogy igen sok tényező vár még megoldásra, amelyekkel lényeges energiamegtakarítást érhetnénk el. Az üvegyipar fokozatosan kikísérletezi az egyes témákkal kapcsolatos lehetőségeket, ehhez azonban hosszabb idő szükséges.

Az elmondottak megoldásához szükséges a jelenleg rendelkezésre álló műszaki tényezők részletes összehasonlítása, rögzítése és kiértékelése. A kiértékelés alapján új szempontokat kapunk az egyes kemenceszerkezetek megváltoztatására, illetve új kemencetípusok kialakítására. Jelenleg úgynevezett hőmérlegek készülnek az egyes olvasztókemencékről, azonban ezeknek adatszolgáltatása nem teljesen megbízható, ezért fejlesztési célokra csak kellő felülbírálattal lehet figyelembe venni. A hiányosságok elsősorban a megfelelő mérőregisztráló műszerek hiányából, másrészt pedig az alkalmilag mért értékek pontatlanságából adódnak.

Okvetlenül szükséges, hogy minden nagy üveggyárban egy külön energiacsoport jöjjön létre, amelynek feladata lenne a beérkező szén, olaj, földgáz tüzelőanyagok, villamosenergia felhasználási helyekre való bontása és felhasználásának kiértékelése, a műszaki fejlesztéssel foglalkozó személyek vagy szervek felé történő átadás céljából.

Másik megoldás volna egy központi energiacsoport létrehozása, amely mérőkocsival ellátva járná az egyes üzemeket és hosszabb időn át végzett mérések alapján végezné a kiértékelést. Ennek a csoportnak még feladata lenne az üzemekben a megfelelő és korszerű műszerezés megvalósítása.

A szisztematikusan végzett mérések tervszerű kiértékelése alapján nagy energiamegtakarítási eredmények várhatók.

A gyakori mérések alapján kialakult fajlagos hőenergiái értékek alapján alakíthatók majd ki a korszerű üvegolvasztókemencék és segédberendezések, amelyek segítségével az üvegolvasztás a leggazdaságosabb módon biztosítható.

Nemcsak új kemenceegységek megépítésével érhetünk el energiamegtakarítást, hanem a régi, meglévő kemencék felműszerezése után ellenőrzési számítások alapján történő átépítésével is.

Itt meg kell említeni, hogy az elmúlt időszakban az üvegyipar részére igen nagy segítséget jelentett a „Hőterv” által nyújtott lehetőség az energiamegtakarítást célzó beruházásokra vonat-

kozóan. Ezeket a lehetőségeket még jobban ki kell építeni és felhasználni.

Véleményem szerint a következő intézkedésekkel lehet és kell a leghamarabb energiamegtakarítást elérni:

1. Az üvegolvasztáshoz szükséges nyersanyagok megfelelő kiválasztása.

2. Megfelelő olvasztó- és derítőberendezések kikísérletezése és ennek széleskörű alkalmazása. Gondolok itt elsősorban az oxigén vagy gáz olvasztott üvegekbe történő befúvatására, amely által nagymértékben meggyorsítható az olvasztási és derítési eljárás.

3. A hőviszanyerő berendezések — regenerátorok és rekuperátorok — jobb kihasználásával kapcsolatos olvasztási hőfok emelésének elérése.

4. Az olvasztókemencék, égőkonstrukciók korszerűsítése a felhasználásra kerülő tüzelőanyagoknak megfelelően.

5. Pótfűtési lehetőségek felmérése és ennek széleskörű bevezetése.

6. A magasabb olvasztási hőfok elérésével a szükséges speciális minőségű tűzállóanyagok kikísérletezése és ezek alkalmazása.

7. Az üvegolvasztókemencék üzemeltetési időtartamának meghosszabbítására és jobb kihasználására szükséges intézkedések megtétele.

III. Hőgazdálkodás

Ismert tény, hogy az üvegolvasztókemencék összhatásfoka általában 15—25% között mozog, egyes egységeknél ez az érték még valamivel magasabb.

A külföldön kialakított átlagérték 18% körül van. A felhasznált hőenergia legnagyobb része a kemenceegység felépítmény sugárzása általvész el. Azoknak fedezésére kb. 30—40% bevezetett energia szolgál. A kemence olvasztókádnál, a hőviszanyerő berendezéseknél, a füstesatornáknál, a váltószerkezeteknél kb. 10—20% hőenergiavész el, a füstgáz pedig 15—25%-os veszteséget jelent. A füstgázhasznosító berendezések kialakításával és alkalmazásával a füstgázvesztesség bizonyos mértékben (melegvíz, gőz előállítása stb.) visszanyerhető.

Az üvegolvasztókemencéknél a jelenlegi hatásfok elérése több évtizedes kutatási munka eredménye. Az eredmények a következő intézkedések alapján jöttek létre:

1. A tűzvezetés szigorú ellenőrzése és szabályozása mellett a túlzott levegőfelesleg használatának kikapcsolása.

2. Tökéletes hőviszanyerés alkalmazása nagy méretű, jól kihasználható regeneratív, vagy rekuperatív felülettel.

3. A kemencetérből való kilángolás és hideg levegő beáramlásának teljes kiküszöbölése térnyomásmérő és szabályozó berendezés alkalmazásával.

4. Az olvasztókemence felépítmények és hőviszanyerőberendezések fokozott szigetelése.

Azonban még igen sok a tennivaló a hővesztesség csökkentésére, illetve a kemencék hatásfokának emelésére.

Előzetes számítások alapján megállapítást nyert, hogy az olvasztókemencék boltozatának teljes szigetelésével az összes felhasznált energiából kb. 5—6% takarítható meg.

A kádkövek hűtésével — jelenleg a hűtésre szolgáló levegő a szabadba távozik — amennyiben ezt zárt rendszerben végezzük és a meleg levegőt a levegőregeneratív kamrákba visszavezetjük, úgy kb. 3% hőmegtakarítás érhető el.

Az olvasztókemencék kád oldalfalai nem szigetelhetők, ezzel szemben a kidolgozótér oldalkádkövei igen, ami kb. 1% hőmegtakarítással jár.

Az égő felépítmények leszigetelésével kb. 4—6% hőmegtakarítás érhető el.

A hőviszanyerő berendezés felépítményeinek fokozottabb mértékben való szigetelésével kb. 10%-os a hőmegtakarítás.

Az elmondottakból kitűnik tehát, hogy csak szigetelés esetén összesen kb. 24%-os hőmegtakarítással számolhatunk. Ez irányban az üveipar folyamatos kísérleteket végez és ha az eredmény nem is jár a közölt számok teljes eléréséhez, a legkisebb megtakarítás is nagymértékben csökkenti az energiafelhasználást.

Száder Rudolf: Az energiagazdálkodás főbb problémái az üveiparban.

A magyar üveiparnak a második öt éves terv időszaka alatt nagy feladatokat kell végrehajtania, mert csak így tudja az ország fogyasztási és műszaki üvegszükségletét biztosítani. Új üvegyárakat kell építeni, a régi üzemeket korszerűsíteni és kibővíteni s ezáltal a termelést emelni. A termelési célkitűzések elérése mellett elsőrendű feladat, hogy az energiagazdálkodási szempontokat is figyelembe vegyük és a javaslatokat kikísérletezzük, az eredményeket széleskörű alkalmazással bevezessük.

Рудольф Садеp: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

В течении второй пятилетки венгерская стекольная промышленность должна выполнить огромные задачи с целью удовлетворения потребностей страны в технических стеклах. Считается необходимым строительство новых стекольных заводов, совершенствование и расширение существующих заводов, следовательно повышение уровня производства. Помимо достижения производственных целей первой задачей является учет энергетических аспектов, проверка предложений и освоение результатов.

R. Száder: Die wichtigsten Probleme der Energie-wirtschaft in der Glasindustrie.

Die ungarische Glasindustrie hat im Laufe des zweiten Fünfjahresplans grosse Aufgaben zu erfüllen, um den Bedarf des Landes in Gebrauchsgläsern und technischen Gläsern decken zu können. Es sind neue Fabriken zu bauen, die alten Betriebe sind zu modernisieren und zu erweitern und dadurch die Produktion zu heben. Neben dem Erreichen der Produktionszielsetzungen werden auch die Gesichtspunkte der Energiewirtschaft als wichtige Aufgaben in Betracht gezogen. Diesbezügliche Vorschläge sollen mittels Untersuchungen erprobt werden, um die Resultate in die Praxis einführen zu können.

Elektronikus portalanító méretezési elve

ZANA KÁROLY

Portalanítás jelentősége

A cementgyártás technológiáját vizsgálva — kőbányától a csomagolt cement vagonba való rakásáig — megállapítható, hogy a gyártás valamennyi folyamata porképződéssel jár, kivéve egy-két esetet, pl. a nedves őrlést. Ennek figyelembevételével történik a cementipari gépek tervezése és üzemeltetése is. Ennek ellenére a legkörültekintőbb tervezés mellett is elkerülhetetlen a rendszerből a kiszálló por megakadályozása. Az így kikerült por egyrészt az egészségre ártalmas, másrészt veszteségnek tekinthető, amennyiben a rendszerbe nem jut vissza. Elsősorban tehát arra kell törekedni, hogy a technológiai folyamatokban keletkező por a rendszert ne tudja elhagyni, illetve minél kevesebb por szennyezze a gépcsarnokok levegőjét és a távozó füstgázokat.

Egészségi szempontból főleg az 5 mikron alatti porszemcsék a legveszélyesebbek, mivel ezek bekerülnek a tüdőben levő 7—10 mikron nagyságú hólyagocskába és ott különböző megbetegedéseket okoznak (tüdő fibrozis). Különösen veszélyesek ezen szemcseméreteken belül is a szabad kavasav tartalommal bíró porszemcsék, mivel ezek a szemcsék okozzák az ún. szilikózis megbetegedést. Ez utóbbi megbetegedés ugyan a cementiparban igen ritka, mivel a cement szabad kavasavat nem tartalmaz. Szilikózis megbetegedést általában a kvarcpor, folyami homok, kavics, porszemcsék okozzák.

Az azbesztcementiparban keletkezett, illetve szálló por több évi belégzés után azbesztózist idéz elő, amely ún. azbeszt szemölcsök formájában jelentkezik.

Ha gazdasági szempontból vizsgáljuk a portalanítás jelentőségét, megállapíthatjuk, hogy nem lehet figyelmen kívül hagyni ezt a szempontot sem. Egyszerű mérések alapján meghatározható, hogy a feldolgozott anyagnak mintegy 8—10%-a jut a levegőbe finom, illetve durva por alakjában egy közepes szinten portalanított cementgyárban. Az így elszálló por már előzőleg nagymennyiségű energiát emésztett fel — aprítás, szárítás, őrlés stb. — amely mint cementgyári, illetve népgazdasági veszteség fogható fel. Ha azonban gondoskodunk a szálló por megfogásáról, annyiival nő a cementgyár teljesítménye.

Összegezve az előzőeket leszögezhetjük, hogy mind egészségi, mind gazdasági szempontból szükséges jó hatásfokú portalanító berendezések üzemeltetése és gondos karbantartása.

Egy-egy portalanító berendezés kiválasztása, illetve beépítése nagy körültekintést és szaktudást igényel. Kiválasztás előtt a tanulmány tárgyat kell, hogy képezze a portalanítási rendszerek, a portalanítandó gáz hőfoka, anyagi összetétele, a por szeménagsága, szemszerkezete, fajsúlya, porterhelés, a por gazdasági értéke, a keletkezés időbeni változása és a por élettani hatása.

Ezen adatok birtokában kiválasztható a célnak legjobban megfelelő portalanítási rendszer.

E cikkben csupán az elektromos, illetve az elektronikus portalanítási rendszert kívánom ismertetni először, mint portalanító berendezést, majd annak méretezési elvét.

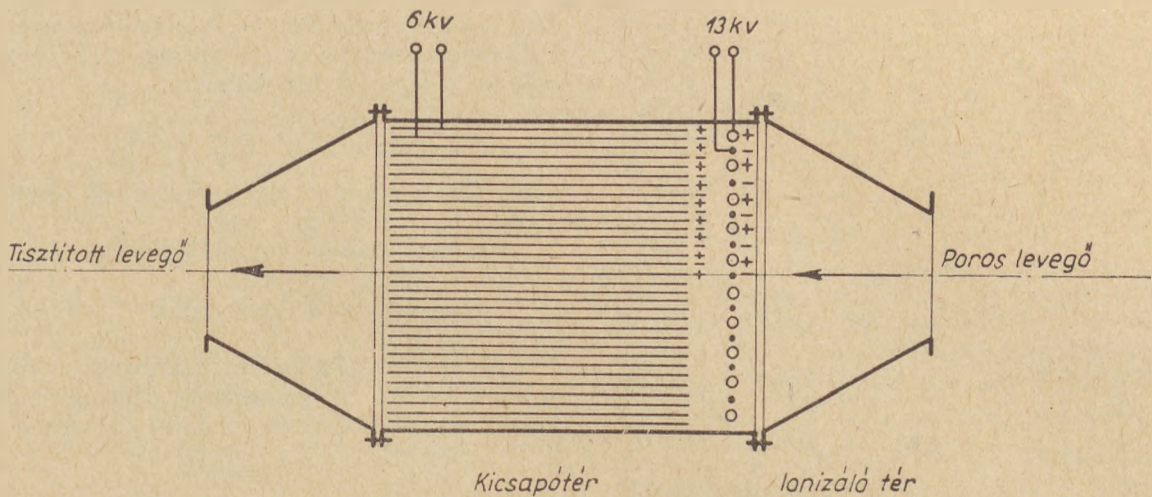
Az elektromos és az elektronikus portalanító működési elve az, hogy a levegőben, illetve a gázban levő porszemcse kis sebességgel (0,8—2 m/mp) egy ún. elektrosztatikus térbe jut, ahol e tér hatására feltöltődik és a pozitív vagy negatív kicsapó elektródákon kicsapódik attól függően, hogy milyen töltéssel bír. Ha ugyanis a korona kisülést létrehozó nagygörbületű elektródát ($\varnothing$ 1 mm alatt) az egyenfeszültség (13—70 kV) negatív pólusára kötjük, akkor a porszemcsék természetesen negatív töltést nyernek és a pozitív kicsapó elektródákon válnak ki. Míg ha korona kisülést létrehozó elektródát az egyenfeszültség pozitív pólusára kötjük, a porszemcsék pozitív töltést kapnak, így a porszemcsék kiválása a negatív elektródákon fog létrejönni. Általában az előbbi terjedt el, amikor is a korona kisülést létrehozó elektródát kapcsoljuk az áramforrás negatív pólusához, mert a kísérletek azt bizonyították, hogy a negatív töltésű részecskék 1,37-szer nagyobb sebességgel mozognak, mint a pozitív töltésű részecskék. Az elektródák közti távolság általában 2—300 mm szokott lenni, attól függően, hogy milyen nagy feszültséget alkalmaznak.

Az elektromos portalanítók abszolút portalanítási foka ma már eléri a 99,8%-ot is. A leválasztás hatásfokát a portalanítandó gáz nedvességtartalma előnyösen befolyásolja. Leghatásosabb a leválasztás a harmatpont körüli hőmérsékleten, ennél fogva általában ezen a hőfokon alkalmazzák, kivételes esetekben 250—300 °C-ig.

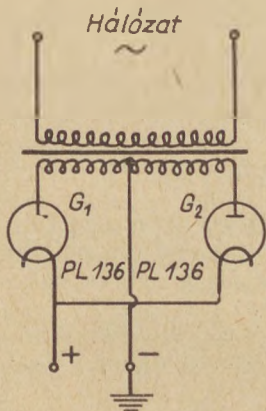
A kicsapó elektródákon igen gyakori, hogy egyes porszemcsék rátapadnak és nem hullanak le a gyűjtőtérbe. Ennek eltávolítására használják a vízóblítést, vagy a mechanikus rázó szerkezetet, amelynek segítségével a port a gyűjtőtérbe juttatják.

Az elektronikus portalanító leírása

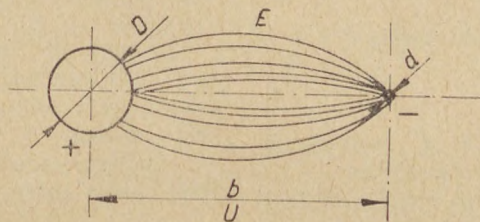
Az elektronikus portalanító lényegében ugyanaz, mint az elektrofilter, csupán annyi különbség van, hogy a porszemcsék ionizációja az ún. ionizáló térben jön létre, mivel a kicsapó elektródák előtt ionizáló elektródák vannak elhelyezve. Az ionizáló tér áll 100—200 mm távolságban elhelyezett 50—60 mm $\varnothing$ -jú pozitív elektródákból, majd ezek között helyezük el az ún. nagygörbületű korona kisülést létrehozó negatív elektródát. Az ionizáló elektródákat általában 10—15 kV egyenfeszültségre kötjük. Az itt keletkezett elektromos tér hatására a porszemcsék feltöltődnek és mint töltött részecskéket jut a kicsapó elektródák közé, amelyek párhuzamosan elhelyezett lemezekből állnak. Tehát a második különbség, hogy a kicsapó térben nincsenek nagygörbületű elektródák, hanem csak pozitív és negatív lemez elektródák. Harmadik különbség az,



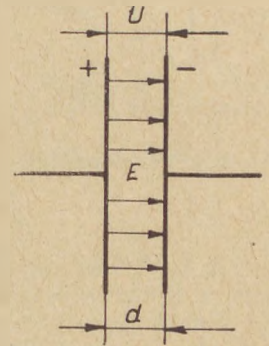
1. ábra. Elektronikus portalanító



2. ábra. Kapcsolási vázlat



3. ábra. Az ionizáló elektródák elhelyezésének vázlata



4. ábra. Sík kondenzátor

hogy az üzemeltetéshez a 60–70 kV-al szemben csak 10–15 kV egyenfeszültségre van szükség. Végül az, hogy az üzemeltetéshez szükséges egyenfeszültséget elektroncsöves egyenirányító szolgáltatja.

Az elektronikus portalanító tehát nem egyéb, mint tökéletesített elektrofilter, melynek portalanítási hatásfoka jobb, helyszükséglete kisebb. A jobb hatásfokot az teszi lehetővé, hogy az ionizáló térbe bekerülő porszemese az elektrosztatikus tér hatására feltöltődik és már mint elektromosan töltött részecske kerül a kicsapó térbe.

Ellentétben az elektrofilterrel, mivel az utóbbinál előionizáló rész nincs, az ionizáció a kicsapó térben jön létre.

Az ionizációt a portalanító első részében elhelyezett hengeres pozitív ($\varnothing$ 50–60 mm) és 0,5–1 mm $\varnothing$ -jú ezüstözött acélhuzal negatív elektróda hozza létre, melyre 13 kV egyenfeszültség van kapcsolva. A kiscsörgületi sugárral rendelkező negatív elektródán érvényesül a csúshatás (korona kisülés), mely elektrosztatikus teret hoz létre és e tér hatására a porszemesek elektromos töltést nyernek, melynek nagysága a porszemese kapacitásától, a térerősség nagyságától és az ionizáló elektródától való távolságától függ. Az így feltöltött porszemese bekerül a kicsapó térbe és mivel a töltése leggyakrabban negatív, a pozitív kicsapó elektródákon töltésüket elvesztik és a

gyűjtő-térbe hullanak. A kicsapó elektródák között levő elektrosztatikus teret, illetve a kicsapó lemezek töltését 6 kV egyenfeszültséggel hozzák létre. A 13, illetve 6 kV egyenfeszültséget 13 és 6 kV feszültségű trafóval és elektroncsöves egyenirányítóval állítják elő (1. a 2. ábrát).

Az elektronikus portalanító méretezési elve

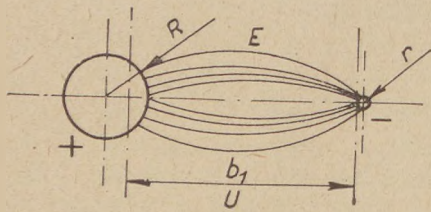
Első lépésként megállapítandó a portalanítandó gáz mennyisége „ Q ”. A közeg áramlási sebessége nem lehet nagyobb 2 m/mp-nél. A szabad keresztmetszet és „ F ” a Q ismeretében a sebesség számítható:

$$v = \frac{Q}{F} < 2 \text{ m/mp} \quad (1)$$

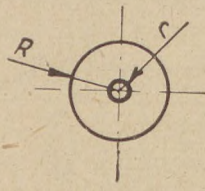
Ezután vizsgáljuk meg, hogy egy adott „ m ” tömegű és „ r ” sugarú porszemesére a kicsapó térben milyen erők hatnak. Az erők ismeretében vizsgálható, hogy melyek lesznek azok a porszemesek, amelyek lecsapódnak és melyek azok, amik eltávoznak a kicsapó térből.

Az elektronikus portalanító működési elvéből következik, hogy a kicsapó térbe érkező porszemese az ionizáló tér hatására feltöltődik és mint töltött anyagi részecske kerül a kicsapó lemez elektródák közé.

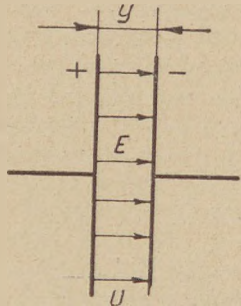
A porszemese töltésének meghatározása előtt kiszámítandó az ionizáló-tér elektromos tér-erőssége.



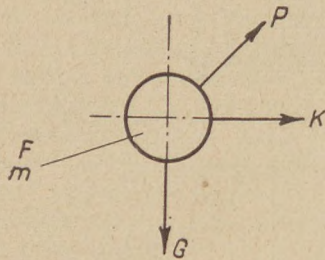
5. ábra. Az ionizáló elektródák elhelyezése



6. ábra



7. ábra. A kicsapó lemezelektrodák vázlata



8. ábra. A porszemcsére ható erők

Sík kondenzátor esetén a térerősség:

$$E = \frac{U}{d}$$

A 4. ábrából látható, hogy a „d” nem egyéb, mint a felületek egymástól való távolsága.

Ennek figyelembevételével jó megközelítéssel a 3. ábra a következőképpen módosul:

Az ionizáló elektródák méretei között az összefüggés a következő:

$$\frac{R}{r} > 2,718$$

mert csak így jön létre a korona kisülés, illetve az ionizáció.

Most már az ionizáló-tér térerőssége számítható:

$$E = \frac{U}{b_1} \text{ (cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

Az „E” birtokában számítható a porszemcse töltése.

$$e_{por} = C \frac{E}{X} \quad (3)$$

ahol e_{por} = az ionizáló térbe bekerülő porszemcse töltése az „E” térerősség hatására ($\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}$)

C = a porszemcse kapacitása (cm)

E = az ionizáló elektródák közti térerősség ($\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}$)

X = a porszemcse távolsága a pozitív elektródától (cm)

A kapacitás meghatározásánál tételezzük fel, hogy a porszemcsék gömbalakúak, így a gömb kapacitása:

$$C = R \text{ ha } R \gg r \quad (4)$$

Ismeretlen még a kicsapó elektródák közti elektromos térerősség, amely a következőképpen számítható ki. A kicsapó elektródák egy sík kon-

denzátornak foghatók fel, amelynél a térerősség egyenesen arányos a feszültséggel és fordítva arányos a lemezek távolságával.

$$E = \frac{U}{y} \quad (5)$$

ahol E = a kicsapó elektródák közti térerősség ($\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}$)

U = a kicsapó elektródák közti feszültség ($\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}$)

y = a kicsapó elektródák közti távolság (cm)

Az előzőek birtokában számítható a kicsapó lemezek között „v” sebességgel elhaladó, elektromosan töltött porszemcsére ható elektromos erő.

$$K = e \cdot E \quad (6)$$

ahol K = a porszemcsére ható erő

(g cm sec^{-2}) = (dyn)

e = a porszemcse elektromos töltése ($\text{g}^{1/2} \text{ cm}^{-1/2} \text{ sec}^{-1}$)

E = a kicsapó elektródák közti térerősség ($\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}$)

$$1 \text{ dyn} = \frac{10^{-6}}{0,981} \text{ kg} = \frac{1}{0,981 \cdot 10^6} \text{ kg} \quad (7)$$

Amint látható, a porszemcsére ható erő meghatározásánál fizikai mértékrendszer lett alkalmazva és végül átszámítás útján megkaptuk az erőt kg-ban.

A portalanító berendezés teljesítményszükségletét az alábbiak alapján határozhatjuk meg:

$$N = \frac{I \cdot U}{\eta 1000} \text{ (kW)} \quad (8)$$

ahol I = áramerősség (A)

U = feszültség (V)

η = az egyenáramot szolgáltató berendezés hatásfoka = 0,85—0,9.

Ha a gázáramban mozgó „m” tömegű és „F” felületű porszemcsére ható erőt — mely az elektromos térerősség hatására jött létre — megkaptuk, akkor továbbmenve vizsgálni kell, hogy ezenkívül milyen irányú és értelmű erők hatnak még a kiválasztott porszemcsére. Miután ezt is elvégeztük, meghatározhatjuk ezen erők nagyságát. Az erők vizsgálata szempontjából célszerű felrajzolni egy porszemcsét és így a ráható térbeli erőket is fel tudjuk tüntetni (lásd a 8. ábrát).

Ismeretes, hogy a gázáramba elhelyezett test az áramlásban változást idéz elő és a változás reakciójaképpen a testen erőhatás ébred és az áramló közegben feszültségek lépnek fel. A testen, illetve porszemcsén ébredő erőhatást közvetlenül a hozzá legközelebb levő rétegben keletkezett feszültség hozza létre.

Az áramlásból adódó porszemcsére ható erőt a következő egyenlettel fejezhetjük ki:

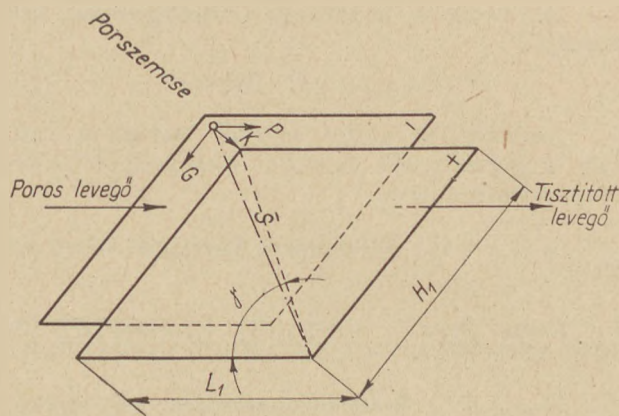
$$P = c \frac{q}{2} v^2 \cdot F \text{ (kg)} \quad (9)$$

ahol P = a porszemcsére ható erő (kg)

q = az áramlóközeg sűrűsége ($\text{kg sec}^{-2} \text{ m}^{-4}$)

v = az áramlóközeg sebessége (m/mp)

F = a porszemcse keresztmetszete (m^2)



9. ábra. A kicsapó-térbe bekerülő porszemcse útjának vizsgálata

c = a légellenállás formátényezője, melynek értéke függ az „ R ” Reynolds szám nagyságától.

A Reynolds szám nagysága meghatározza, hogy az áramlás lamináris, (réteges) vagy turbulens.

Ha $R < 2320$, akkor az áramlás mindig lamináris, ha $R > 3000$, akkor általában turbulens áramlással számolhatunk, ha $R > 10\,000$, akkor biztos, hogy turbulens áramlással van dolgunk.

Az „ R ” értékét a következő összefüggés alapján határozhatjuk meg:

$$R = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (10)$$

ahol v = a közeg áramlási sebessége (m/sec)

d = az áramlási csatorna jellemző mérete (m)

ν = a kinematikai nyúlósság ($\text{cm}^2 \text{sec}^{-1}$)

$\nu = 0,179 \text{ cm}^2 \text{sec}^{-1}$ (50 °C levegő esetén)

A Reynolds szám birtokában most már táblázat segítségével meghatározhatjuk a 9-es összefüggésben szereplő „ c ” formátényező értékét.

Tételezzük fel, hogy a porszemcse alakja jó megközelítéssel gömbalakú, akkor a „ c ” értéke ha

$$R \cong 2 \cdot 10^5 - 4 \cdot 10^5$$

akkor

$$c = 0,09 - 0,18,$$

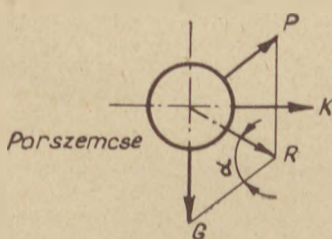
ha

$$R \leq 1,5 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^5$$

akkor

$$c = 0,47$$

A „ c ” értéke az áramló közegbe helyezett szemese formájától, illetve alakjától, valamint a Reynolds szám értékétől függ. Így most már a



10. ábra. A kicsapó-térben a porszemcsére ható erők

„ P ” erő is számítható és hátra van még a $G = m \cdot g$ súlyerő. Amit könnyen meghatározhatunk, ha ismerjük porszemcse méretét és fajsúlyát.

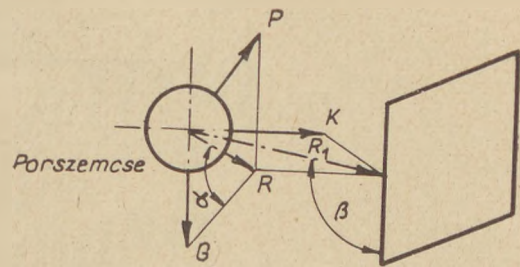
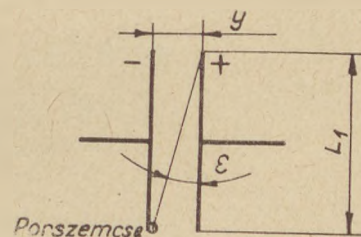
Ha ugyanúgy feltételezzük, mint az előzőekben, hogy a porszemcse gömbalakú, akkor a

$$G = \frac{d^3 \cdot \pi}{6} \cdot \gamma \quad (11)$$

ahol d = a porszemcse $\varnothing$ -je (m)

γ = a porszemcse fajsúlya (kg/m^3)

A porszemcsére ható három erő birtokában meghatározható, hogy milyen méretű és súlyú porszemcsék lesznek azok, amelyek még benn maradnak, illetve lecsapódnak a kicsapó elektródákra.

11. ábra. Az R és K erők eredőjének meghatározása

12. ábra. A kicsapó lemez (elektróda) felülnézete

Legyen adva egy négyzet keresztmetszetű elektronikus portalanító és ezen belül határozzuk meg a porszemcse útját, illetve a szemese portalanítóban való maradásának feltételét.

$$\text{tg } \gamma = \frac{H_1}{L_1}$$

$$\gamma = \text{arctg } \frac{H_1}{L_1} \quad (12)$$

Az ábrából azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a porszemcse a három erő (KPG) hatására maximálisan az „ s ” utat teheti meg, mert ha ennél nagyobb az út, akkor a porszemcse elhagyja a kicsapóteret.

$$R = \sqrt{P^2 + G^2} \quad (13)$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{G}{P} \quad (14)$$

α = az „ R ” eredő erő vízszintessel bezárt szöge.

$$\alpha = \text{arctg } \frac{G}{P} \quad (15)$$

$$\alpha > \gamma \dots \text{I. feltétel} \quad (16)$$

A vízszintessel „ α ” szöget bezáró síkban ható erők tehát az „ R ” eredő erő és a „ K ” elektro-

mos erő. Most határozzuk meg a két erő eredőjét:

$$R_1 = \sqrt{R^2 + K^2} \quad (17)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{K}{R}$$

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{K}{R} \quad (18)$$

Vagyis az „ α ” szög alatt elhelyezkedő síkban levő két erő — R K — eredője a függőleges síkkal „ β ” szöget zár be.

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{y}{L_1}$$

$$\varepsilon = \operatorname{arctg} \frac{y}{L_1} \quad (19)$$

Itt pedig a következő összefüggésnek kell fennállni:

$$\beta > \varepsilon \dots \text{II. feltétel} \quad (20)$$

Amennyiben a két feltétel biztosítva van, úgy a porszemcsék feltétlen kicsapódnak a kicsapó elektródákon.

Zana Károly: Elektronikus portalanító méretezési elve.

Карой Зана: ПРИНЦИП КАЛИБРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОНИЧЕСКОГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ.

Zana, K.: Berechnungsprinzipien der elektronischen Entstaubungsapparate.

É P Í T Ő A N Y A G

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

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 720 példányban

60-348-680/2 - Révai-nyomda Budapest V. Vadász utca 16.

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

Előfizetési díj: 1/4 évre 18.—Ft., félévre 36.—Ft., egyes szám ára: 6.—Ft. — Csekszámlaszám: egyéni 61,252, közületi: 61,066



Építőiparban
használatos
újrapapír
makulatura:
LESZÁLLÍTOTT ÁRON
kilónként 4 ft.
ÁLLAMI VÁLLALATOKNAK
és SZÖVETKEZETEKNEK
BUDAPESTI
MÉH

HASZONPAPÍR TELEPÉN, Budapest, VII., Péterffy Sándor utca 7

Szakkönyv újdonságok!

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

„Panoráma”—Útikönyvek:

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

„Magyarország írásban és képben” c. sorozatban eddig megjelent kötetek:



Budapest—Eger—Szilvásvárad
Budapest—Miskolc—Aggtelek
Budapest—Pilis—Vértess—Gerecse
Budapest—Velencei-tó—Székesfehérvár
Budapest—Veszprém—Bakony

Füzetenként 12,— Ft

1960-ban jelenik meg:

Budapest környéki kirándulóhelyek
Budapest—Szombathely—Kőszeg
Budapest—Debrecen—Nyíregyháza
Budapest—Pécs—Mecsek
Budapest—Mátra
Budapest—Börzsöny—Cserhát

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT könyvesboltjaiban.

Szakkbolt:

„ERKEL” KÖNYVESBOLT,
Budapest, VII., Lenin krt. 52.