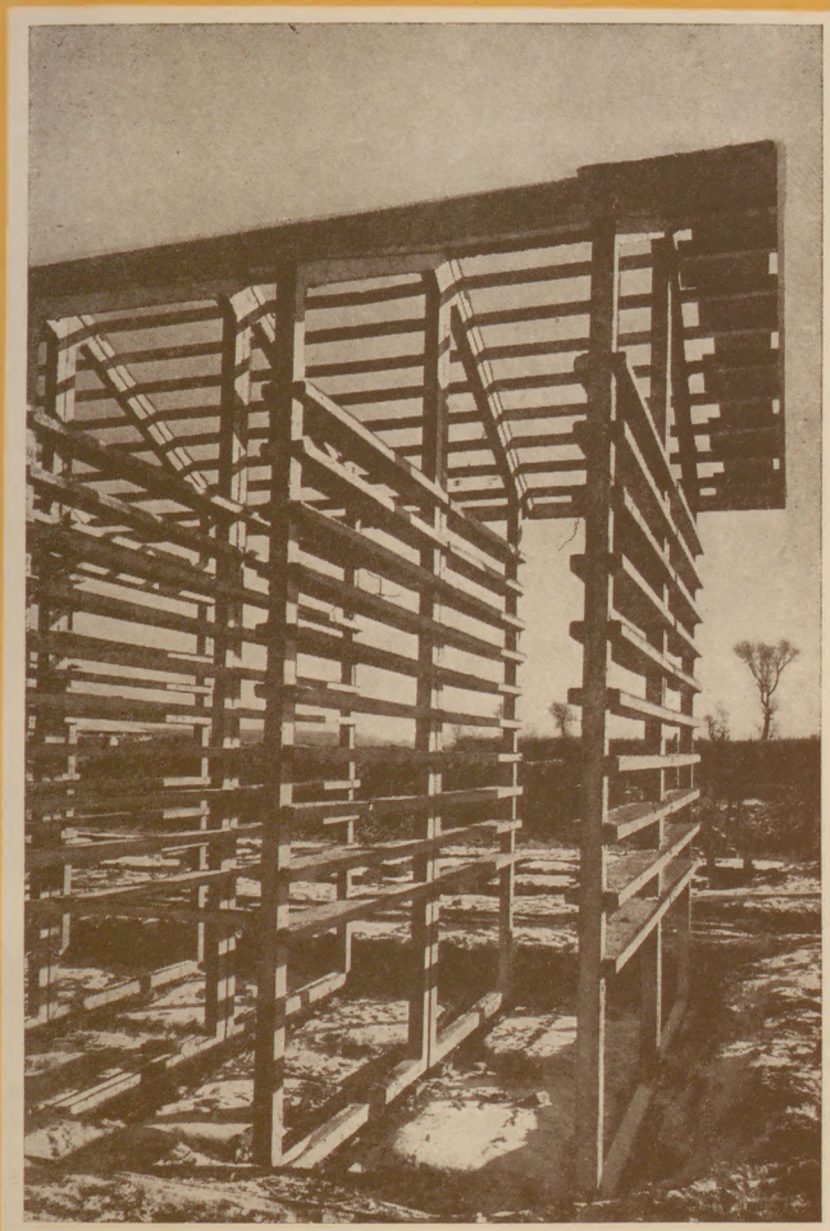


302935

ÉPÍTŐANYAG



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

4. SZÁM

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

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Baksay Zoltán

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22,

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Felelős kiadó:

az Építőanyagipari Könyv-

és Lapkiadóvállalat

igazgatója

★

Kiadóhivatal:

V, Kálmán-utca 16

Telefon: 121-585

Tartalom:

	Old.
Mayer Károly Kossuth-díjas cementégető	121
Építőanyagipari Kutató Intézet	122
Holló István: A vasbeton nyomócső	123
Feimer László: A periodikus profilú betonacélok és alkalmazásuk	131
Baksay Zoltán: Az előregyártott födém fejlődése	132
Tóth Ferenc: Nagyszilárdságú betonacélok előállítása	135
Szabó György: Üzemi és laboratóriumi hőmérés a szilikátiparban (2. közlemény)	142
Szikszay Gerő: A beton tömörítése vibrálással	144
Szovjet könyvismertetés	155
Beke Béla: Golyósmalom előkapcsolt zúzóművel	156
Kérdés — felelet	158

Содержание:

	сторона
Научно-исследовательский Институт Промышленности Строительных Материалов	122
Голло Иштван: Железобетонные напорные трубы	123
Феимер Ласло: Сталь периодического профиля для железобетона	131
Бакшай Золтан: Развитие перекрытия изготовленного промышленным методом	132
Тот Ференц: Изготовление высокопрочных арматурных сталей для железобетона	133
Сабо Дердь: Обмер теплоты в лабораториях и заводах силикатной промышленности (2-е сообщение)	142
Сиксая Герге: Уплотнение бетона вибрированием	144
Рецензия советских книг	155
Беке Бела: Шаровая мельница с дробилкой	156
Вопросы-ответы	158

Sommaire:

	Nos. Pages
L'institut des matériaux de construction	122
Holló, István: Les tuyaux de ciment armé	123
Feimer, László: Les aciers périodiques et leur application	131
Baksay, Zoltán: Le développement des plafonnages préfabriqués	132
Tóth, Ferenc: Fabrication des aciers de béton de grande résistance	135
Szabó, György: Le mesurage calorique dans les usines et laboratoires de l'industrie des silicates	142
Szikszay, Gerő: La vibration de béton	144
Littérature soviétique	155
Beke, Béla: Un moulin à billes avec broyeur attaché en avant	156
Questions-reponses	158



A Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa Mayer Károlyt, a Tatabányai Cement- és Mészművek sztahanovista égetőjét a múlt évben kezdeményezett 700, majd 710 órás kemenceforgási mozgalom megindításáért, mely országos jellegűvé vált, Kossuth-díjjal tüntette ki.

Mayer Károly 1918-ban Felsőgallán született. Apja a Vállalat fatelepén dolgozott, mint napszámos. Tizenketten voltak testvérek, így a család anyagi körülményei arra kényszerítették, hogy hat elemi és két szénipari iskola elvégzése után dolgozni menjen. Először, mint kifutófiú, majd mint bányász kereste kenyerét. 1937-ben került a cementgyárba, hol a laboratóriumban próbahordó lett. Katonaidejének kivételével itt végezte munkáját, míg 1948-ban saját kérésére áthelyezték a kemenceüzemhez égetőnek.

Mayer elvtárs azok közé az emberek közé tartozik, akik nem elégednek meg munkájuk gépies elvégzésével. Igyekezett minél jobban elsajátítani a klinkerégetés tudományát, és igyekezett gondolkodva dolgozni. Az eredmény nem is maradt el. Következetes munkáját igazolja a két sztahanovista oklevél, két sztahanovista jelvény és a munka érdemrend kitüntetés.

Mikor 1952-ben elhangzott az építkezések felhívása: „adatok több cementet“ Mayer Károly elvtárs az elsők közé tartozott, akik a felhívásnak eleget akartak tenni.

Áttanulmányozva az üzemi statisztikákat, azt látta, hogy a kemencék átlagos havi munkaideje

MAYER KÁROLY KOSSUTH-DÍJAS CEMENTÉGETŐ

674 óra. Ekkor támadt az a gondolata, ha az üzemidőt fel tudná emelni 700 órára, sokszáz tonna klinkert termelhetne terven felül. Az elgondolás gyakorlati kivitelezése újabb nehéz probléma volt. Az állásidők okait vizsgálva azt látta, hogy a különböző javításokat megfelelően összehangolva, a kiesések idejét lényegesen csökkenteni tudja.

Elgondolásával felkereste a gyár igazgatóját és a gyárvezetőséggel karöltve, kidolgozták a 700 órás kemenceforgatás tervét, melyet az elért eredmények alapján később 710 órára emelt fel.

Büszkék vagyunk Mayer elvtársra. Büszkék, mert nemcsak egy lehetőséget adott a termelés fokozására, hanem ezután is tovább akarja képezni magát. Beiratkozott a Műszaki Egyetem levelező tagozatára. Elvárjuk Tőle, hogy nagyobb tudással felkészülve, mérnöki diplomával a kezében további segítséget nyújtson az iparnak a klinkertermelés növelésére.

*

A Népköztársaság Elnöki Tanácsa az építőanyagipar fejlesztése terén végzett kiváló munkájuk elismerésül:

Kocsis Albert laboratóriumi vezetőnek (Kőbányai Porcellángyár) a Munka Vörös Zászló Érdemrendjét;

Talabér József osztályvezetőnek (Mész- és Cementipari Igazgatóság) és Raschovszky Lajos osztályvezetőnek (Építőanyagipari Tervező Iroda) a Munka Érdemrendet;

Petróczi János igazgatósági vezetőnek (Kő- és Kavics Iparigazgatóság), Király Jenő főmérnöknek (Tégla- Cserépipari Igazgatóság), Weisz József szakosztályvezetőnek (Építőanyagipari Tervező Iroda), Kruspán Ede üvegfüvőnek (Salgótarjáni Üveggyár), Chikán János főmérnöknek (Bélapátfalvai Cement- és Mészmű) és Elekes István főművezetőnek (Kőbányaiipari Gépjavító V.) a „Szocialista Munkáért“ érdemérmet;

Mészáros Lajos műszaki vezetőnek (Borsodmegyei Téglagyári ES), Villási Endre sztahanovista művezetőnek (Nyergesujfalusi Téglagyár), Sztrunga András vagonrakó munkásnak (Lábatlani Cement- és Mészművek), Nédermüller József sztahanovista kőtermelőnek (Tatabányai Mész- és Cement Művek), Szabó György bányamesternek (Tapolcai Kőbánya), Pintér János lövmesternek (Kő- és Kavicstermelő Tröszt), Takács János csőverőnek (Budapesti Cementáruipari V.), Déri Attila műszaki vezetőnek (Sajószentpéteri Üveggyár) és Ajtay Gyula műszaki vezetőnek (Gránit Csiszolókoronggyár és Kőedénygyár) a Munka Érdemérmet adományozza.

Építőanyagipari Kutató Intézet

Az építőanyagipar a legutóbbi években hatalmas léptekkel haladt előre a műszaki fejlesztés útján, tervét teljesítette és egyre nagyobb mértékben látta el építőanyagokkal a szocializmus alapjait lerakó népgazdaság fejlődő építőiparát. Különösen nagy fellendülés mutatkozott az Építőanyagipari Minisztérium megalakulása óta eltelt viszonylag rövid idő alatt. De az erőfeszítések ellenére építőanyagiparunk nem bírta ellátni kellő mértékben építőiparunkat cementtel, ami szükségessé teszi cementgyártó berendezéseink fokozott kihasználását, újonnan épülő cementgyáraink építésének és üzembehelyezésének meggyorsítását.

Pártunk és kormányunk újabb jelentős lépéssel támogatja az építőanyagipar fejlesztését azzal, hogy megszervezte az Építőanyagipari Kutató Intézetet, és lehetőséget nyújt az ipar legkiválóbb szakembereinek, tudósainak, hogy kutatómunkával nyújtsanak segítséget az építőanyagipar égető problémáinak megoldásához.

A horthy-fasizmus évtizedei alatt a külföldi és a magyar tőkésék a maximális profitért folytatott népelnyomó küzdelmükben mereven elzárkóztak minden törekvés elől, amely a termelés technikai kultúráját növelni igyekezett, sőt a legtöbb esetben elgáncsolták őket. Ennek oka a többi között az volt, hogy minden gépnél olcsóbbnak bizonyult a maximális mértékben kizsákmányolt munkaerő.

Ma pártunk és kormányunk, hogy a lehető legnagyobb erkölcsi és anyagi támogatást nyújtsa az ötéves tervünk teljesítéséhez, megszervezi nálunk a Szovjetunió élenjáró építőanyagiparának munkamódszereit, eredményeit magyar viszonyokra alkalmazza, és így növelje az ipar termelékenységét, termelését. Építőanyagipari kormányzatunk épületet, gépeket, megfelelő anyagi és személyi keretet bocsát az újonnan megalakuló Intézet rendelkezésére, a kutatók számára biztosítja a magas színvonalú, elmélyült és eredményes kutatómunka minden lehetőségét.

Az Építőanyagipari Kutató Intézet munkája azt a nagy hiányt hivatott pótolni, amely eddig a laboratóriumi kísérletek üzemi alkalmazásánál mutatkozott, azaz a kisüzemi és a félüzemi kísérleti eljárások széleskörű alkalmazásának lehetőségét.

Az Intézet egyes osztályai a főleg szovjet dokumentációk alapján kidolgozott technológiai eljárásokat kisüzemi és félüzemi méretekben kísérletezik ki és ipari megvalósítás céljaira úgy adják át az üzemeknek, hogy azok a termelés kiesésének veszélye nélkül azonnal alkalmazhatják.

Az Intézet feladata továbbá, hogy új kötőanyagokat, beton és kerámiai építőanyagokat bocsásson a népgazdaság építkezéseinek rendelkezésére. Ezek nélkülözhetetlenül szükségessé válnak részben az építőipari tevékenység önköltségének csökkentéséhez, az építőiparnak szerelő jellegű iparrá történő átalakulásához, részben a szocialista-realista építészeti stílus kialakításához.

Mindezeket a feladatokat az Intézet akkor képes helyesen megoldani, ha szoros kapcsolatot tart fenn az egyes építőanyagipari üzemekkel. Az üzemek mérnökei, technikusai és sztahanovistái segítsék alkotó kezdeményezéseikkel, üzemi patronálás vagy szocialista szerződések alapján az Intézet munkáját, az Intézet pedig az üzemekben felmerülő kutatási igényeket a lehető legoperatívabb módon fogja ki-elégíteni.

Jelentős feladata végül az Építőanyagipari Kutató Intézetnek, hogy kiképezze a kiváló műszaki és tudományos képzettségű tudósok és mérnökök egész sorát. Az ő munkájuk jelentős mértékben segíti elő majd az ipar fejlődését, a termelés technikájának műszaki fejlesztését.

A cement, a téglá, a finomkerámia és az üvegyipar sokirányú feladatait azt bizonyítják, hogy a most meginduló kutatási munka csak a legfejlettebb kutatási módszerek segítségével ígér sikereket. A Szovjetunió tudósai és kutatói a kommunizmus nagy építkezéseinél példát mutattak arra, hogy a legfejlettebb módszer a komplex kutatás. Ezért az Intézet munkájában is arra kell törekedni, hogy az üzemekkel szoros kapcsolatot tartva, elsősorban a rokon témákkal foglalkozó kutatóintézetek kutatóival is kiépítsék kapcsolatukat.

Az Építőanyagipari Kutató Intézet megalakulása az ipar műszaki fejlesztésének jelentős állomása és örömmel tölti el az építőanyagipar valamennyi dolgozóját.

A vasbeton nyomócső

HOLLÓ ISTVÁN

I. Általános tudnivalók

Hazánkban vasbeton nyomócsöveket eddig üzemszerűen nem gyártottak, ezért a külföld, és pedig elsősorban a Szovjetunió tapasztalataira kell támaszkodnunk. A gyakorlat azt mutatja, hogy a még 3 m belső átmérőjű vasbeton nyomócső is alkalmas gépi előgyártásra. Az utolsó 50 évben a gyártási rendszerek egész sorozata alakult ki. A műszaki fejlődésnek iránya az: hogyan lehet *minél kevesebb vas-, illetve acélbetéttel, minél kisebb falvastagsággal tökéletesen vízzáró és az üzemi igénybevételeknek megfelelő szilárdságú vasbeton nyomócsöveket gyártani.*

Az előregyártott vasbeton nyomócsöveken kívül a helyszínen is készítenek vasbeton nyomócsöveket. Ezek népgazdasági jelentősége az előregyártott csövekénél lényegesen kisebb, a következő indokoknál fogva:

- Nálunk nagyobb átmérőjű csöveket igénylő vízierőművek létesítésére még nem került sor.
- A gyári előállítás mindig szervezettebb és ennek megfelelően jobb minőségű gyártmányt biztosít, mint a helyszíni gyártás.
- Az előregyártásnak meg van az az előnye is, hogy minden egyes csövet még elszállítás előtt próbának lehet alávetni, és az esetleg hibásnak mutató gyártmányt már nem is szállítják el. Ezzel szemben a helyszínen készített vasbeton nyomócsöveken csak a szokásos 200—300 m hosszú szakaszok kipróbálásánál észlelhető az esetleges készítési hiba, és annak kijavítása elég nehéz és körülményes.

Ebben a tanulmányban a helyszínen készített csövekkel nem foglalkozunk, hanem csak azt vizsgáljuk, hogy milyen gyártási technológiával lehet ellátni — *az anyaggal való legnagyobb takarékoság figyelembevételével* — hazánk egyre jobban fejlődő ivó- és ipari vízvezetékét jó és használható vasbeton csövekkel.

Két alapvető vasbeton nyomócső gyártási rendszert ismerünk, és pedig a *pörgető és a rezgető* (vibrált) *rendszert*. A többi eljárás ezekből az alaprendszerekből indul ki és ezeket több-kevesebb eredetiséggel kombinálja. Egyik alaprendszer sem képes teljesen kihasználni a vas-, illetve acélbetétek szilárdságát, mert igénybevételeknek határt szab a beton

húzószilárdsága. Gyakorlatilag ez annyit jelent, hogy közönséges pörgető vagy vibráló eljárással csak kisebb üzemnyomásra (2—4 atm.) megfelelő csöveket lehet gyártani, ez az üzemnyomás azonban a fellépő igénybevételeket legtöbb esetben nem elégíti ki. Az ivó- és ipari víz távvezetékeinek kezdő nyomása 6—8, esetleg 10 atm., gondoskodni kell tehát olyan megoldásról, mely ezeket az igényeket is ki-
elégíti.

Ha nagy mennyiségben vas, illetve acél áll rendelkezésre, lehet 1,5—3 mm vastag acél magesövet készíteni, amely teljes vízzáróságot biztosít, és ekkoré lehet építeni vasbetéteket, illetőleg az azokat körülvevő külső és belső betonrétegeket. Tulajdonképpen tehát zárt, nyomással kipróbált vascsövet készítenek és ezt vesszük körül betonréteggel. A mageső készítéséhez jó minőségű hegesztő acéllemeze van szükség. Ez nemcsak nálunk, de a Szovjetunióban is más fontosabb célra kell. Így a gyártási rendszer bevezetése nem indokolt.

Népgazdaságunk részére a nagyobb belső víznyomásnak ellenálló vasbeton nyomócső gyártás egyetlen járható útja: *feszített vasbetétek alkalmazása*. A feszítés lehet elő- vagy utófeszítés. Feszültséget ébreszthetünk mind a vízszintes, mind a spirális vasbetétekben. A továbbiakban, az alapeső (mageső) gyártáson kívül, a feszítés különböző módszereit ismeretjük, elsősorban a Szovjetunió bő irodalmi tájékoztatása alapján. A vasanyagmegtakarítás és így a népgazdasági anyagmérleg szempontjából még szükséges tudni, hogy például a középátmérőnek számító 600 mm-es belső átmérőn kívül az egyes csőfajtáknál az alábbi táblázat szerinti vasszükségletet lehet számításba venni. Meg kell jegyezni, hogy a vasanyagmegtakarítás a feszített és lágyvasbetétes vasbeton nyomócső között a valóságban nálunk *nem ilyen nagy*, mert a legjobb feszítési rendszert gyártási technológiai nehézségek miatt még hosszabb ideig nem lehet bevezetni. Előzetes számítások szerint 30—35 kg/fm minőségi vasbetéttel lesz megoldható a hazai feszített csőgyártás. Ez a jelenleg használatos öntöttvas csőhöz képest 87—90% vasmegtakarítást jelent. Ha népgazdaságunk egy évi csőszükségletét 25 km 600 mm-es \emptyset -jű csőre vesszük — illetve a szükségletet erre átszámítjuk — a vasmegtakarítás 5270 tonna öntöttvas csőhöz viszonyítva 630 tonna acélbetét, a megtakarítás tehát 4640 to vasanyag. Ez a hatalmas mennyiség anyagbeszerzési és pénzügyi szempontból is indokolja a feszített vasbeton nyomócsövek gyártástechnológiájának kidolgozását és gyárüzemi méretű előállítását.

Csőfajta 600 mm \varnothing	Falv. mm.	Max. üzemi nyomás atm.	Max. csőhossz mm	Teljes súly kg	Teljes súly kg	Ebből vassúly kg/m
Tokos öntött- vas nyomócső	17	10	5,00	1285,5	257,1	257,1
Hegesztett acél nyomócső	7	10	10,00	1260	126	126
„Hunziker“ rendszerű közönséges vb. nyomócső	70	3,00	3,65	1726	473	47,5
A legjobb (Freyssinet) rendszerű vb. nyomócső	55	10	6,00	1560	260	16

II. Pörgető rendszerű vasbeton nyomócső-gyártás

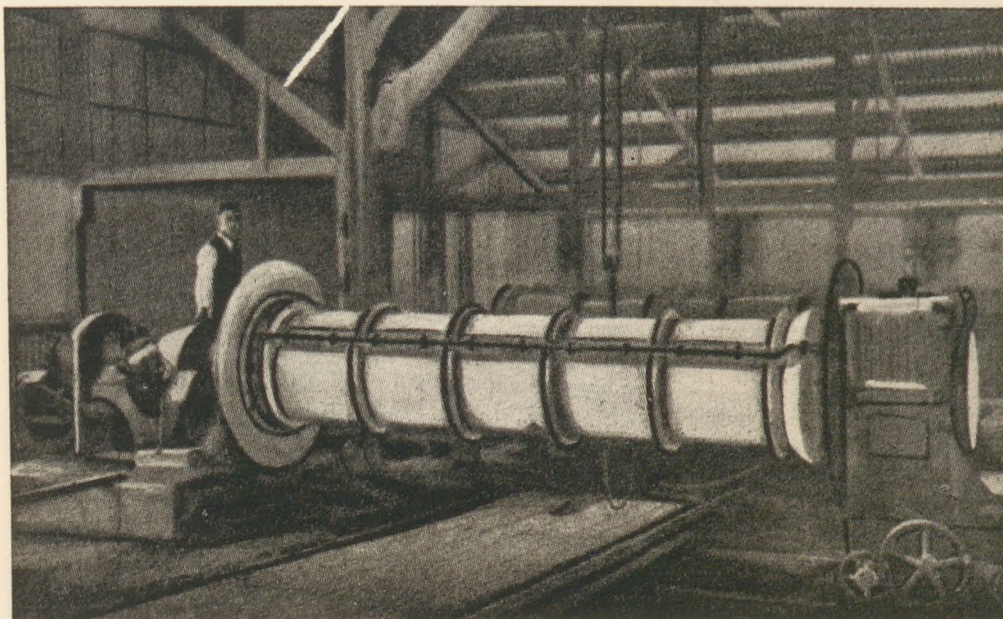
A centrifugális erő kihasználása mind az öntöttvas, mind a vasbeton csőgyártás terén már fél évszázados multra tekint vissza. I. A. Novikov összefoglaló tanulmánya (1) szerint ezen a téren a legelterjedtebb: a vízszintes szabadon futó görgős és befogófejes rendszer. Történelmi fejlődés szempontjából tudni kell hogy a befogófejes rendszerből (1. ábra) alakult ki a szabadon futó görgős rendszer (2. ábra), amely nemcsak egy-két, hanem több egymás mellé helyezett görgőből is állhat (3. ábra).

Mindezeknél a gépeknél kétrészes vasformák szükségesek, amelyek összezsarozhatók, és amelyek belsejében a vasbetétek központozva elhelyezhetők. A vasformák belsejébe az etetőkanál nyúlik, ezzel történik a — rendszerint 0,4-nél kisebb vízcementtényezőjű — betonhabares adagolása. A gépeket először üre-

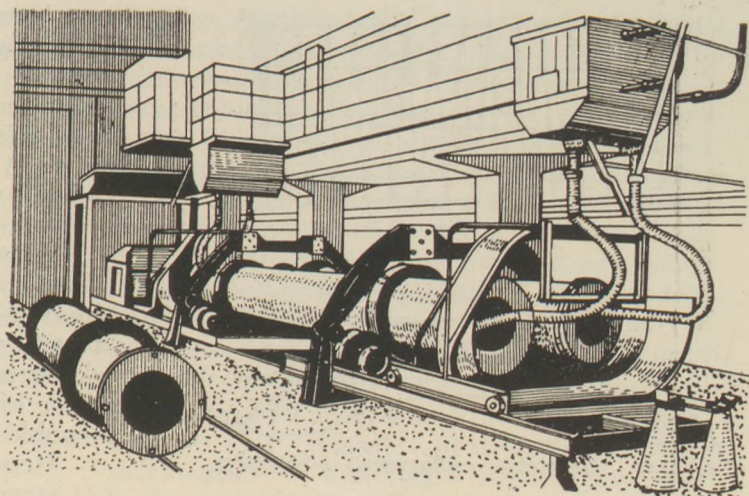
sen, kisebb sebességgel forgásba hozzák, a betonhabaresot beadagolják, azután (az átmérőtől és a gyártási rendszertől függően) nagyobb sebességgel pörgetik a szerkezetet. Közben a betonhabares a röpitőerő következtében kitölti a vasbetétek közti hézagot, tömörödik, sőt a cső belső falán igen nagy — kb. 1200 kg/m³ — cementtartalmú 1—1,5 mm-es védőréteget alkot. A pörgetés befejeztével a mintákat levelezik a gépről, utókezelésnek — rendszerint gőzölésnek és azt követőleg vízzel való permetezésnek — vetik alá. Ezután a csöveket kiszaluzzák és a mintákat áttisztítva ismét beállítják a munkafolyamatba.

A moszkvai Sztorjgyetal-gyár a Sztálin-díjas V. V. Mihajlov professzor javaslata alapján egyrészes magokkal dolgozik a 2. ábrán látható módon: a megtisztított, húzott acéleső darabból álló minta belsejét vékony (4—8 mm) felolvasztott parafinréteggel külön pörgetőgépen vonják be. A parafin lehülésének és szilárdulásának meggyorsítására a formákat mesterségesen szellőztetik. A parafintartányokból a csőminta belsejébe vezető hajlékony csövek az ábra jobboldalán jól láthatók. A parafin szilárdulása után a mintát leemelik a pörgetőgépről, és a csillagszerűen kiképzett (4. ábra) vasvázat belehelyezik. Ez a váz 3—8 mm átmérőjű köracélból külön tekereselőgépen készül és az egyrészes mintába való behelyezéskor a parafint nem sérti meg.

Ezután egy másik pörgetőgépen a beton beadagolása után a forgási sebességet 900—1200 ford/perc-re növelik. Ezáltal a beton tömörre válik, a felesleges víz pedig a minta végtárcsáinál eltávozik. E pörgetés után a mintákat 6 órára függőleges helyzetű gőzölőgödörbe helyezik. Ezalatt a parafinréteg leolvad a minta faláról, egy gyűjtőaknába folyik és 10—12% veszteséggel ismét felhasználható. Az



1. ábra. Befogófejes pörgetőgép.



2. ábra. Szabadonfutó görgős pörgetőgép.

önhordóvá szilárdult esőről pedig a parafin leolvadása folytán meglazult minta lehúzható és ismét felhasználható. További részletek találhatóak erről O. A. Gersberg és V. I. Szoroker magyar nyelven is megjelent szakkönyvében (2).

A hazánkban meginduló ú. n. Hunziker-rendszerű vasbeton nyomócsőgyártó gép nem ilyen, hanem befogófejes rendszerű. A végeket pörgetéssel egyidejűleg működtetett pneumatikus rezgetőfejekkel is tömörítik.

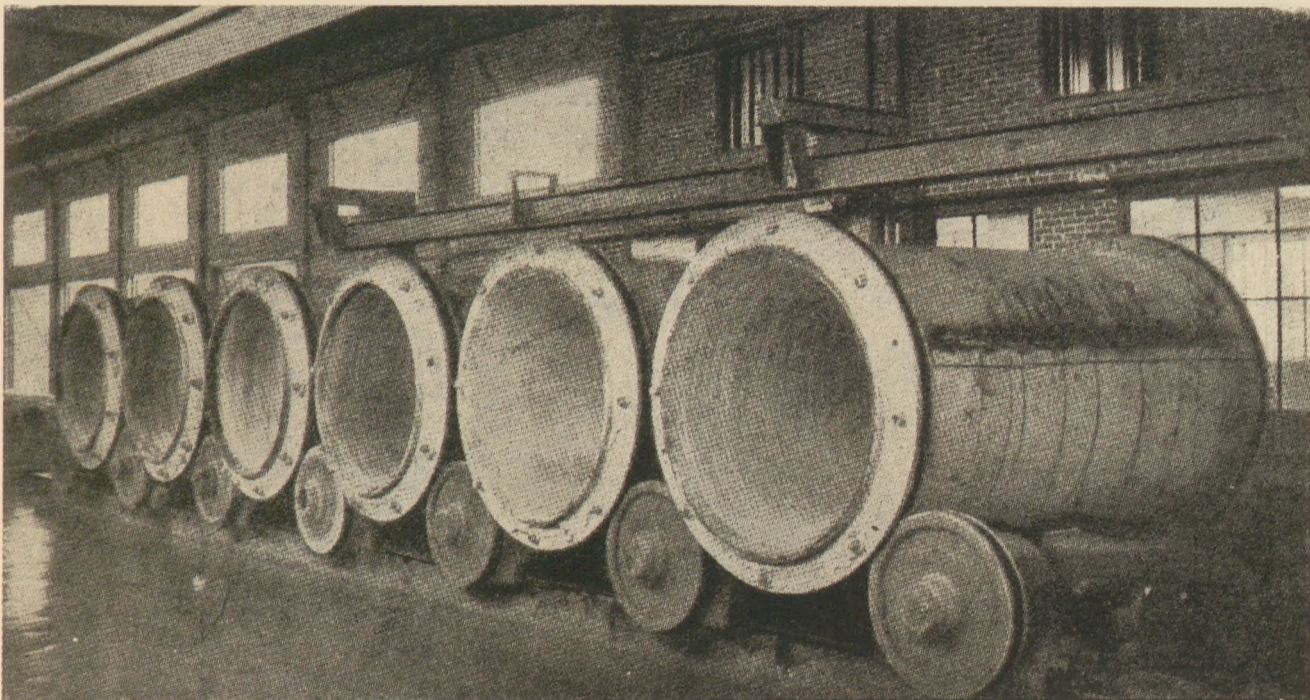
Ezek a nyomócsövek 300—1060 mm belső átmérőig, 3,65 m hosszú darabokban, 3,75—2,5 atm. üzennyomásra készülnek. Az üzennyomás 1—1 atm.-val való emelése már olyan vasbetéttöbbletet jelent, hogy nagyobb üzennyomás esetén ezek a csövek csak magesőnek jöhetnek számításba, és utófeszített további tekerelésükről külön gondoskodni kell. Az

Építőipari Minisztérium ezzel a kérdéssel komolyan foglalkozik, és remélhetőleg rövidesen a próbagyártáson túlmenő konkrét eredményekről lehet beszámolni.

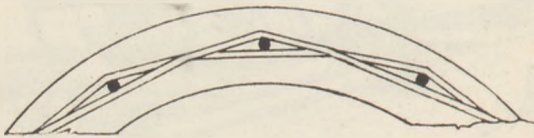
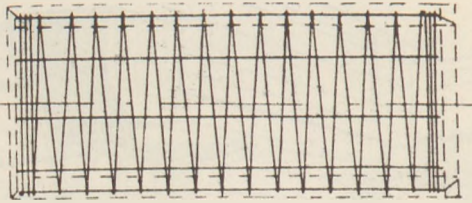
A tervezőintézetek a szabadon futó görgős pörgetőgép műszaki tervdokumentációját elkészítették. A hazánkban véglegesen alkalmazandó rendszert a gyakorlat dönti majd el.

III. Rezgetető rendszerű vasbeton nyomócsőgyártás

A Zkavkaz Metallurgsztrój trösztben a vasbeton magesőveket nagy frekvenciájú rezgetés alkalmazásával függőlegesen elhelyezett mintákban gyártják. A csöveket 900 mm legnagyobb belső átmérővel és 4,00 m legnagyobb hosszúsággal állítják elő. Az acélesőminta egy-



3. ábra. Szabadonfutó görgős pörgetőgép, egyszerre készülő 6 csőhöz.



4. ábra. Vasbetétek csillagszerű elhelyezése.

részes belső és kétrészes külső hüvelyből áll. A belső és a külső hüvely közötti részbe kerül a legalább 6 mm átmérő hosszirányú és az arra tekereselt spirális vasbetét, valamint a kézi- vagy gépierővel beadagolt betontöltés. A vibrátorokat az acél csőminta külső felületére helyezik. (Ezt azért tartjuk szükségesnek hangsúlyozni, mert a hazai egyéni utakon járó Gerlei-féle megoldás — amelyet Weiss György ismertetett (3) — a vibrátorokat a belső acél-hüvelybe helyezi és a rezegtetés itt belülről kifelé történik. (5. ábra.)

Rezegtetés után a kész csövet a formával együtt 75—80 °C hőmérsékletű gőzkamrában 12 óráig gőzölik. A gőzölés után a beton szilárdsága eléri a 220 kg/cm²-t. A gőzölés befejeztével a gőzkamrából daruval először kiemelik a forma belső részét, majd a külső részszel együtt a kész csövet, amely a súrlódás miatt hozzátapad. Azután a kétrészes külső mintát lebontva, az önhordó csövet az érlelőraktárba szállítják.

A rezegtetéssel készített csövek gyártási technológiája kis helyet és kevés berendezést igényel. Az eljárás tehát alkalmazható mind nagyüzemi gyártásra, mind az építkezés színhelyén felállított alkalmi üzemben való előállításra. A csövek összeillesztési módjától függetlenül az csővégek, vagy vasgyűrűs-lépcsős kiszögeléssel, vagy teljesen sima véggel készülnek.

A hazai kísérletek a Mélyépítőipari Beton-előgyártó Vállalat kutatási osztályán teljesen simavégű csövekkel történtek, az összekapcsolást pedig közgyűrűs Gibault-kötésszerű kivitelletel végezték (4). Megfontolandó lenne a további kísérletek során a szovjet vasgyűrűs megoldásra való áttérés.

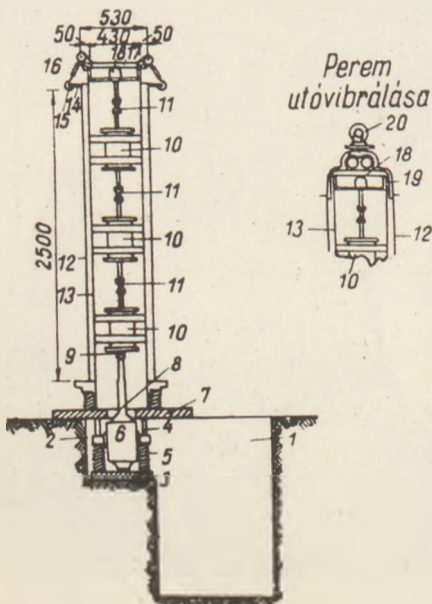
Gersberg és Szoroker már említett könyve (2) szerint a Szovjetunióban sok helyen ilyen belső rezegtetéssel nagyobb átmérőjű beton lefolyócsöveket gyártanak.

IV. Feszített vasbeton nyomócsövek.

Már az általános részben említettük, hogy a vasanyaggal és betonanyaggal való takarékoság, valamint a magasabb üzemnyomás elérése szempontjából hazánkban is át kell térni a feszített vasbetoneső gyártására. A vasmeztakarítást már táblázatban adtuk meg, ezért a belső nyomásról kell még néhány szót szólni. Minél nagyobb a belső víznyomás, annál nagyobbak a cső falában fellépő húzófeszültségek. A beton húzószilárdsága 30—50 kg/cm²-nek vehető, és ez az érték kevés a nagyobb üzemnyomások esetében, nem beszélve a hirtelen zárásokról vagy töréskor előálló „vízütés”-ről, amely az üzemnyomás többszöröse is lehet. A közönséges vasbeton nyomócsőben a vasbetétek húzószilárdságának csak tört része használható ki és ennek ellenére az üzemnyomás

Betonozás közben

Jelölések:



1. szerelő-akna
2. motor-akna
3. motor-aljlemez
4. motortartó oszlop
5. motoremelő rugó
6. motor
7. sablon aljlemez
8. motor hornyos tengelye
9. rezgőtestek ékes tengelye
10. rezgőtestek
11. kardán-csuklók
12. külső köpeny
13. belső mag és vibrátor
14. kitémasztó tűske
15. tartó tűske
16. ellenmenetes szorító
17. vibrátorleszorító lemez
18. kiemelő futó
19. peremvibráló oldat
20. peremvibrátor motor

5. ábra. Gerlei-féle magcsőkészítés rezegtetéssel.

emelkedésekor repedések keletkeznek a betonban, amelyet a kellő sűrűségű vasbetét nem szünt meg, csak sok vékony hajszálrepedésre oszt szét. Ezek legnagyobb része a túlnyomás megszűntével zárul, de a cső eredeti vízzáróságát már nem kapja vissza. A megoldás tehát *a tiszta húzással igénybevett csőfalban a spirális vasbetétek feszítésével kezdeti nyomófeszültségeket fog támasztani*. Ez a külső nyomófeszültség a belső nyomással szemben működve kiküszöböli a húzófeszültségeket és így a repedések lehetőségét a betonban. A nagyszilárdságú acélhurok kellő feszítése révén a vas-, illetve acélanyag szilárdsága teljes mértékben kihasználható. Ez a magyarázata annak, hogy a legjobb rendszerrel készített feszített csövek a közönséges vasbeton nyomócsőhöz képest 60—70% vasanyagmegtakarítást jelentenek, nem beszélve 40—50% beton megtakarításáról.

Ezért foglalkoztak a legmegfelelőbb feszítési eljárások kidolgozásával a Szovjetunióban olyan kiváló kutatók, mint Mihajlov, Popov, Dimitrijev, Lwow és még sokan mások. A hazai szakirodalomban ezeknek az eljárásoknak egy részét Böröcz Imre ismertette (5).

A rendszerint pörgetett eljárással készített magesövekre a tekereselés vagy mechanikusan, vagy elektromos hőhatással, vagy hidraulikusan feszíthető meg. A következőkben mindhárom rendszerre gyakorlati megoldásokat közlünk. Megjegyezzük, hogy jelenleg a Szovjetunióban elsősorban mechanikai feszítési módszereket alkalmaznak. Az elkészített magesövek utófeszítése körültekereseléssel akkor történhetik meg, ha a beton elérte tervezett szilárdságának 70%-át. Ennek bekövetkezésekor helyezik a magesövet a tekereselőgépre.

Egy ilyen új. n. görgős gép látható a 6. ábrán. A gép főrészei: a csőmag felfogására alkalmas keret vagy más szerkezet, a feszítőmű és a csőmagra kerülő spirál fegyverzet meleteit előírás szerinti osztásban felrakó szerkezet. A csövet alátámasztó görgők egymáshoz közel vannak, és így az egy oldalról felvezetett huzal a feszítés ellenére sem bírja a csövet elhajlítani. Ilyen gépeken 5 m hosszúságú csövek gyárthatók. A tekereseléshez szükséges huzal a csőmagra a vele párhuzamos síneken mozgó koci dobjáról csavarodik le. A koci mozgási sebességét a tekereselés menetosztástól

függően szabályozzák. A tekereselés a huzal befűzésével úgy kezdődik, hogy a huzalt a feszítőberendezés görgőin és a szupport nyílásán keresztül egy csővéghez vezetik és ott rögzítik. A magot azután a huzal feszítésével egyidejűleg forgásba hozzák. A teljes feltekereselés után a gépet leállítják, a szabad huzalvéget az előző menethez hegesztik, a huzalt elvágják, majd a csőmagot a gépről leemelik és előkészítik a védőréteg felhordásához. A gép nem tökéletes, mert nem helyes a huzal egyoldali felvezetése és nem hajtható végre a feszítés nagyságának közvetlen mérése.

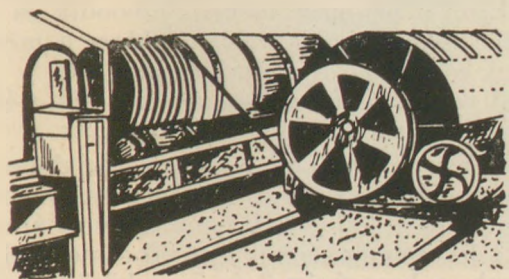
A Szovjet Központi Építéstudományi Intézet — V. V. Mihajlov prof. javaslata szerint szerkesztett — különleges feszítőgépe sokkal jobb megoldás. Popov tanulmánya (6) alapján már a Mérnöki Továbbképző Intézet 1952. évi előadásain ismertettük (7). Ennél, a 7. ábrán látható tekereselőgépnél a huzal feszültsége már pontosan ellenőrizhető, és beállítás után a feszítés nagysága önkényesen nem változtatható meg. Ezenkívül a vasbeton mag a gépre gyorsan feltehető és onnan gyorsan leszedhető. A mag alátámasztása a cső hosszában elosztott számos gumiabroncos görgőn történik. A meghajtáshoz 13 kW-os motor elegendő, tehát a tekereselés erőszükséglete nem nagy.

A gép alkatrészei a következők: az 1 forgódobra van a 2 acélhuzal felesévével, a 3 fék mellett van a 4 adagolóberendezés meghajtása és az 5 adagolóberendezés féktárcsája; 6 — leszorítógörgő, 7 — a feszítőberendezés súlya, 8 — maga a feszítőberendezés, 9 — a feszítésre kerülő vasbeton cső, 10 — meghajtógörgők, 11 — mozgó koci, 12 — vonólánc, 13 — a fő meghajtás sebességátvittele, 14 — tengelykapcsoló, 15 — menetmagasság.

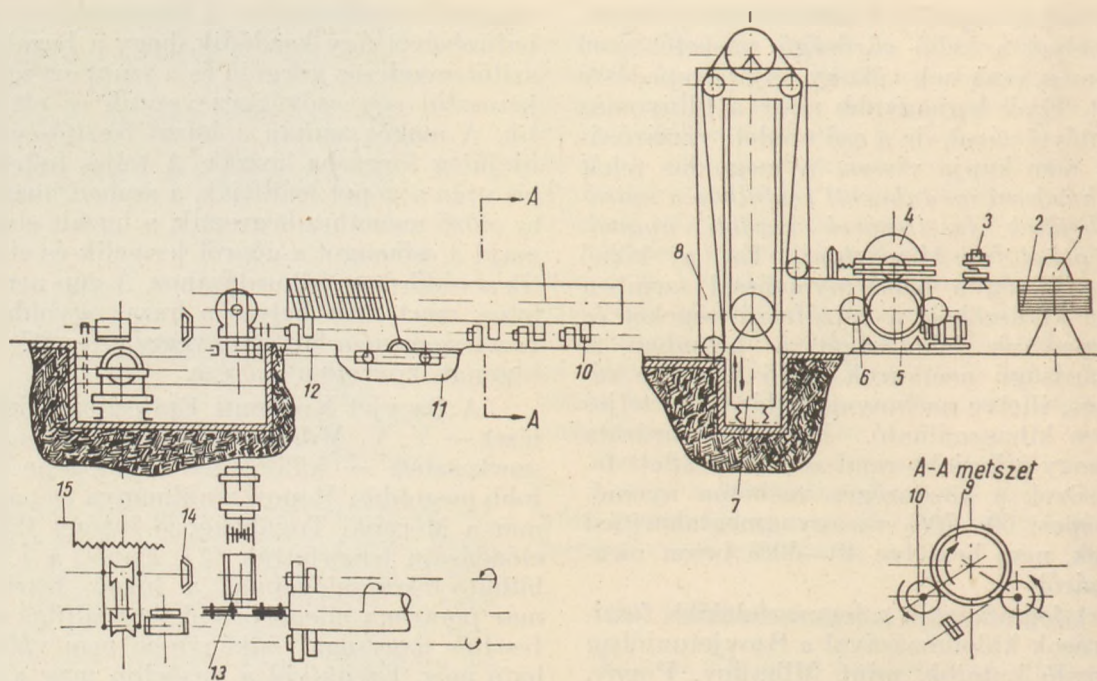
A gép működésénél a csőhöz a huzalt alulról vezetik. A huzal feszültsége növeli a sűrűdést azokon a helyeken, ahol a cső a megtámasztógörgőkkel érintkezik, és így megakadályozza, hogy a mag a huzal tekereselése közben megcsússzék. A huzalt a csőre mindig ugyanaz alatt a hajlásszög alatt tekereselik fel, függetlenül a mag átmérőjétől, ami az üzemi viszonyok és a gumigörgők élettartama szempontjából fontos.

A huzalt vezető görgő kocira van szerelve. A koci a cső alatt elhelyezett síneken egy lánc közbeiktatásával mozoghat. A lánc a sebességszabályozó révén különböző sebességekkel mozgatható. Így a tekereselés menetmagasságát 0—40 mm között változtatni lehet. Ezzel a géppel legfeljebb 6 m hosszú magot lehet tekereselni. A mag külső átmérője 300—700 mm lehet. A kerületi sebesség mindig 0,5 m/sec és ily módon 30—40 menetet lehet percenként feltekereselni. A spirális első és utolsó 3—4 menetet szorosan egymás mellett is el lehet helyezni.

Prof. P. N. Lwow hidraulikus, kétfoko-



6. ábra. Görgős feszítőgép.



7. ábra. Mihajlov javaslata szerint készített görgősfeszítőgép.

zatú, Sz. A. Dimitrijev pedig rúgósan működő acélhuzal-feszítést javasol. Mindkét megoldás arra törekszik, hogy a tekereselnél a vasbeton magcső hajlítása minél nagyobb mértékben kiküszöbölhető legyen.

Érdekes és nagyon gondos munkát igénylő kísérlet a feltekereselt huzalok elektrotermikus feszítése. A feszítőerőt az biztosítja, hogy a görgősorok közti huzalszakaszban váltóáram kering és a huzalt 140—300 C°-ra felmelegíti. Ettől a huzal megnyúlik és ilyen állapotban kerül feltekereselésre, majd kihűlés után erősen ráfeszül a csőre, és létrehozza a megkívánt nyomófeszültséget. A gyakorlatban azonban a feszítés nem volt egyenletes és a huzal túlmelegítése kilágyulást okozott. Így ez a rendszer nem terjedt el.

Bármilyen gépi berendezésen történik a feszítés, a feszített huzallal ellátott magcső húrjainak rozsdá elleni védelméről gondoskodni kell. A védőréteg általában beton, amelynek felhordása legegyszerűbben torkret-eljárással történik. A beton lövelését kézzel vagy géppel végzik. Kézi torkretírozás esetén a függőlegesen állított csövekre a védőréteget oldalról lövelik rá. A művelet előtt a cső felületét homokfúvóval tisztítják le, és a felületet bőségesen nedvesítik.

Olyan védőréteg-felhordó gépi berendezés is alkalmazható, amelynél a burkolandó cső meghajtógörgőkön forog és alatta a betonhabarcs két ellenkező irányban gyorsan forgó hengerben van elhelyezve. A hengerek nagy sebességgel csapják a betont a cső falához. A bevonat így igen jól tapad az alapesőhöz és a feszítőhuzalokhoz, és tömör, valamint szilárd lesz. Az ilyen módon bevont csövet a kötési

idő tartamára állandóan nedvesített szövetrel takarják le, amely egyszersmind védi az esetleges rongálódásoktól is.

Más megoldást mutat a 8. ábra, ahol egy esztergapadra felfogva forog vízszintes helyzetben a feszített vasbeton cső. A habarcsot esőrekenő-gép szuppertszerűen mozog és a feszített huzalokra gyorsan forgó drótkefékkel fröcsköli a habarcsot, szorosan kitölti a hézagokat és így teljesen köti a bevonatot az alapeső betonjával. A habarcsréteg vastagsága kb. 20 mm.

Egy igen érdekes hidraulikus feszítési rendszer kettős falú formák alkalmazásán alapszik. A formák külső része vasból, belső része pedig gumiköpenyből készül és a csőgyártás menete a következő:

A formába behelyezik a hosszirányú és a spirális vasalásból álló vázat. Elután állandó vibrálás közben betöltik a betonadagot. A vibrálás befejeztével légmentes fedőt helyeznek a formára, majd a gumitömlőbe nagy nyomással (40—250 atm.) vizet nyomnak be. Ez a nyomás kiszorítja a betonból a felesleges vizet. Utána vízfolyatással és nyomásnöveléssel egy kissé tágítják a belső gumiköpeny átmérőjét. Ettől a betoncső megnagyobbodik és ez a növekedés a spirális vasbetétekben a méretezésnek megfelelő feszültséget idéz elő.

A beton ezalatt a nyomás alatt köt, a kötés meggyorsítására gőzölést alkalmaznak.

A Szovjetunióban — az új, ideiglenes átveteli szabályzat szerint — a feszített vasbeton nyomócsövek 400 és 1200 mm-es belső átméret között 100 mm-enként növekedő átmérővel készülnek, a hosszúság 3 és 5 m között van. A nyomástól függően A., B. és C. osztályú cső-

vek készülnek 6—10, illetve 15 atm. üzemi nyomásig.

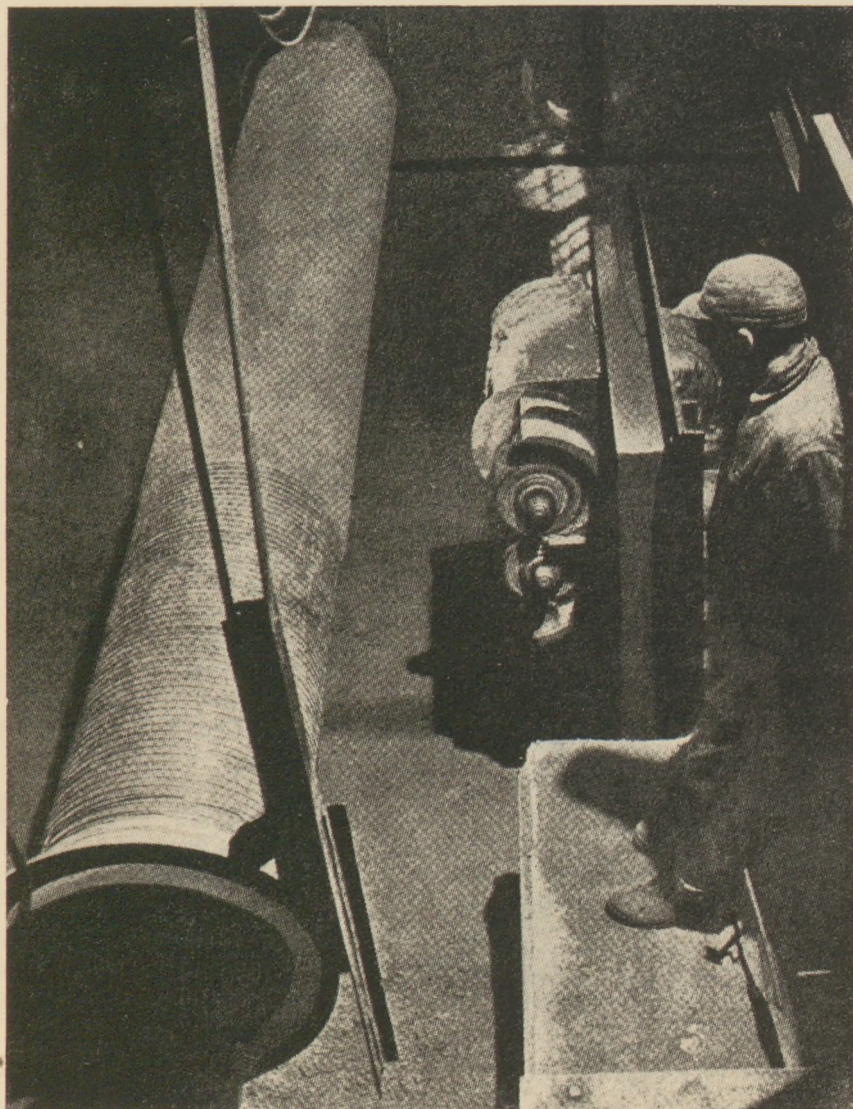
A nagynyomású csövek betonjának kockaszilárdsága legalább 400 kg/cm^2 . A védőréteghez cementhabarcsot használnak. Különösen vízzáró falú csövekhez $420\text{--}450 \text{ kg/m}^3$ nagy-szilárdságú cementet kell felhasználni. A feszítésre 2—6 mm átmérőjű acélhuzalokat használnak, igen tág szilárdságú határok között, mert — átméret és nyomás szerint — a $2000\text{--}7000 \text{ kg/cm}^2$ húzószilárdságú, alacsony széntartalmú acéltól kezdve a $14\,000\text{--}20\,000 \text{ kg/cm}^2$ húzószilárdságú zongorahuzalokig különböző minőségeket használnak fel.

Az eddig ismertetett feszítési rendszerek a spirális vasbetétek feszítésére szorítóznak. Következetes szilárdsági kihasználás esetén a tengelyirányú betétek feszítését is végre kell hajtani. Az eddig ismert rendszerek közül ezt a legjobban a Freyssinet-féle valósította meg, a már említett hidraulikus feszítéshez hasonló megoldással. A rendszert Lenk (9) nyomán magyar nyelven Böröcz (10) ismertette elő-

ször. Akár ezen, akár más nyomokon haladva, a tengellyel párhuzamos betétek feszítését is meg kell oldani.

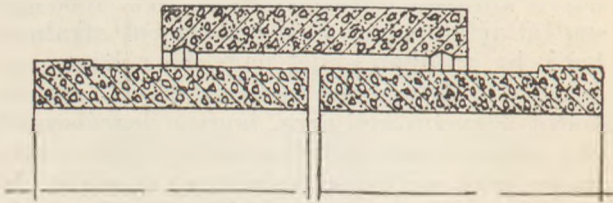
Hazánkban minden betonlétesítménynél mérlegelni kell a szulfátveszélyt is. A 300 mg/l szulfáttartalmú talajvíz még nem tekinthető veszélyesnek a rendszerint több mint 28 napos korában lefektetett csőre. Kb. 1000 mg/l szulfáttartalomig az S 54 jelű cement alkalmazható, ha azonban ennél nagyobb a koncentráció, külön bitumenes védelemről kell gondoskodni. Ügyelni kell arra, hogy a legcélszerűbben szórópisztollyal felhordott egyenletes bitumenes máz száraz betonfelületre kerüljön. Ha a cső belsejébe vezetett víz támadó jellegű, akkor pörgető eljárással 10—20 mm-es aszfaltréteget is lehet a cső belső felületére ráhordani. Ilyen beléssel készülnek Németországban a „Dywidag“ gyári jelű csövek.

Néhány szóval foglalkozni kell a csövek összekapcsolásával. A Szovjetunióban, amint a III. fejezetben említettük, a vasbeton nyomócsövek teljesen sima vagy vasgyűrűs-lépcsős

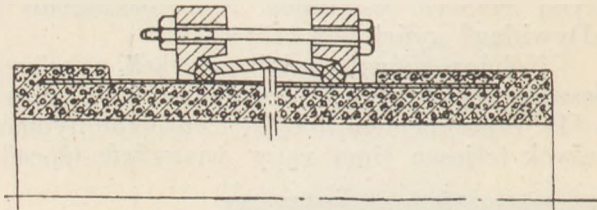


8. ábra. Védőréteget felhordó gép

kiképzéssel készülnek. A sima csővégeket tompán illesztik egymáshoz és a ráhúzott — ugyan-
csak feszített vasbetonból készített — áttoló-
hüvely közét tömítőkötél, cementhabarcs, bitu-
men vagy azbesztcement tömítéssel töltik ki.
(9. ábra.) Ez a kötés merev, csak szilárd ta-



9. ábra. Csőkötés áttoló feszített betonhüvellyel.

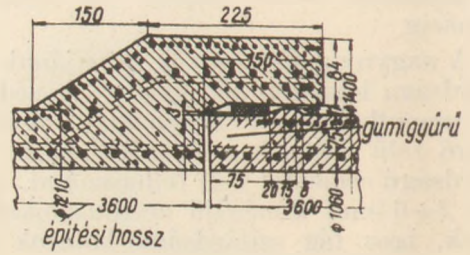


10. ábra. Csőkapcsolás Gibault-kötéssel.

lajra fektetett csőveknél használható. Vasgyű-
rűs-lépesős kiképzés esetén a Gibault-kötés igen
megbízhatóan alkalmazható, és ez a gumigyű-
rűs, hajlókony kötés kisebb elmozdulásokat is
megenged. (10. ábra.)

A hazánkban készülő Hunziker-rendszerű
nyomócsövek végei tokosak. A tok különleges,
kettős vezetősű és tömítőkötél, valamint meg-
felelő bitumen alkalmazásával az önzáró tömítést
biztosítja. (11. ábra.)

Németországban tokos kiképzésnél alkal-
mazzák a befestített gumigyűrűs tömítést,
amely eltűri a kisebb mértékű szögelhajlást. A
Gibault-kötéssel szemben előnye, hogy csak egy
gumigyűrű szükséges hozzá, és igen sok vas-
anyag megtakarítható (12. ábra), (8).



12. ábra. Tokos gumigyűrűs kötés.

A vasbeton nyomócsövek szilárdsági mé-
retezésével most nem foglalkozunk, csak annyit
jegyzünk meg, hogy a legtöbb országban
Lamé képletei szerint történik. A már idézett
irodalmon kívül ezzel a komoly kérdéssel G. K.
Klein (11), a Hunziker-gyár (12), Marquardt
(13) és még sokan mások foglalkoznak.

A vasbeton nyomócsövek hidraulikai mé-
retezése ugyancsak túlnő e tanulmány keretein,
és itt csak annyit tartunk szükségesnek meg-
említeni; sok külföldi kísérlet bizonyítja, hogy
a használt vasbeton nyomócsőben a súrlódási
veszteség kisebb, mint az öntöttvas esőben. Ha
tehát a biztonság figyelembevételével egyfor-
mának vesszük a két csőfajta súrlódási veszte-
ségét, akkor óvatosan jártunk el.

Egyébként a legtöbb országban Strickler
vagy Hazen és Williams alábbi képletével szá-
molnak:

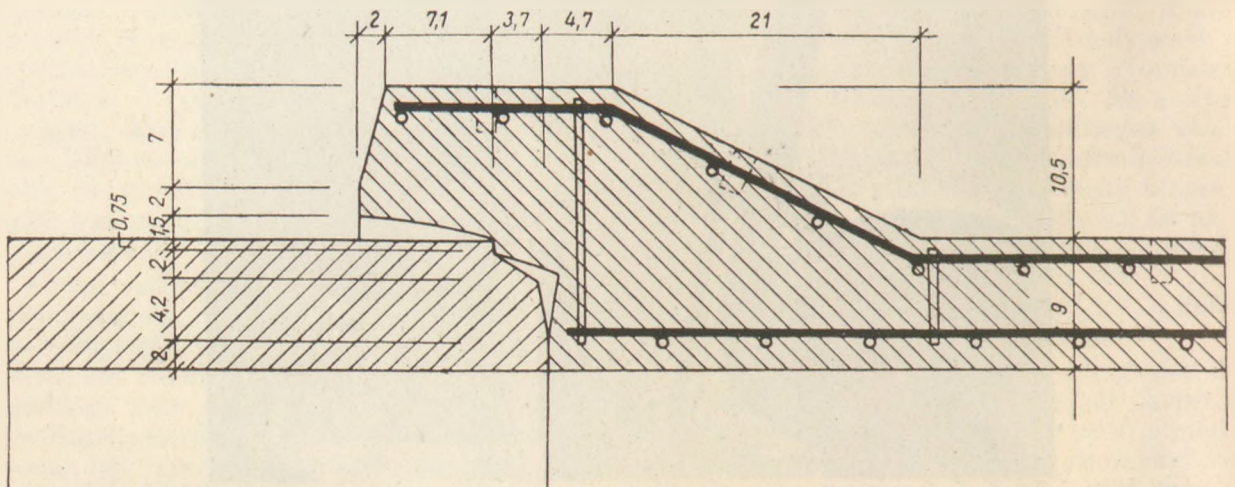
$$\text{Strickler: } v = k \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$\text{Hazen és Williams: } v = 1.31 CR^{0.63} I^{0.54}$$

(A képletekben a v a sebesség, a k és a C
a csőanyaggal összefüggő tényező, amelynek
átlagos számértéke 110, illetve 146, az R a
hidraulikai profil-rádiusz és I az esés.)

A méretezéshez jól használható nomogram-
mok is készültek.

Hazánkban a most meginduló vasbeton
nyomócsőgyártás *gyakorlati eredményeiről* az
idén lefektetésre kerülő próbaszakaszok alap-
ján csak a következő években lehet majd be-
számolni.



11. ábra. Kettős önzáró tokkiképzés a „Hunziker”-féle gépen gyártott csőveknél.

IRODALOM

1. I. A. Novikov: Előrefeszített vasbeton nyomócsövek. — A Szovjet Minisztertanács Állami Építészeti Bizottságának Központi Építésügyi Tudósító Intézete, Moszkva — 1952.
2. O. A. Gersberg és V. I. Szoroker: Vasbetonelemgyárak. E. M. Építőipari Könyv- és Lapkiadó Vállalat, Budapest — 1952.
3. Weiss György: Előrefeszített tekerceslt vasbeton cső. — Mélyépitéstudományi Szemle, 1952. december hó.
4. Mélyépitőipari Betonelőgyártó Vállalat kutatási osztálya: A 43 cm belső átmérőjű, 5 cm falvastagságú tekerceslt vasbeton nyomócsövek vizsgálata. — Mélyépitéstudományi Szemle, 1952. szept. hó.
5. Böröcz Imre: Feszített betoncsövek. — Mélyépterv — M. Sz. T. Műszaki Közlemények 8. füzet, Budapest — 1952.
6. A. M. Popov: Előrefeszített vasbeton csövek. — Részlet a „Közönséges és előrefeszített vasbetonszerkezetek” című könyvből. Moszkva — 1949.
7. Böröcz—Holló: Vasbeton és más cement alapanyagú nyomócsövek. — Az M. T. I. előadássorozatából, 8—9. Budapest — 1952.
8. Beton Kalender: 1952. II. kötet 333. oldal.
9. Lenk: Spannbetonrohre, Beton und Eisen, 1942. 1370 l.
10. Böröcz Imre: Előrefeszített vasbetoncsövek gyártása és gazdasági jelentősége. — Magyar Közlekedés, Mélyépités és Vízépítés, II. kötet, 2. sz. 1950.
11. G. K. Klein: Földbe fektetett csövek méretezése. — Gosztrojizdat. Moszkva — 1951.
12. Hunziker Mitteilungen — 1944—45. Zürich.
13. Marquardt: Rohrleitungen und geschlossene Kanäle. Handbuch für Eisenbetonbau, IX. kötet. — 1934.

A periódikus profilú betonacélok és alkalmazásuk

FEIMER LÁSZLÓ

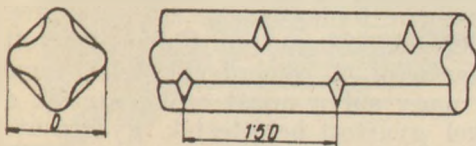
Periódikus profilúnak nevezzük azokat a betonacélokat, amelyeket úgy hengerelnek, hogy periódikusan ismétlődő távolságokban a keresztmetszet megváltozik (pl. keresztbordák vannak), vagy pedig a hengerelés úgy történik, hogy a hosszanti és átlós irányú bordák folyamatos hálózatot képeznek. Periódikus profilúnak nevezzük továbbá azokat a betonacélokat, amelyeket állandó keresztmetszettel hengerelnek, a periódikus profil pedig utólagos hideg megmunkálás folytán (pl. csavarás) alakul ki rajtuk.

Az először említett periódikus profilú betonacélokat nagyszilárdságú alapanyagból (folyáshatár 38, szakítószilárdság 50 kg/mm²) gyártják. Ilyenek a külföldön igen elterjedt Roxor-acél (1. ábra) és a különböző bordahálózatos profilok (2. ábra).

Az utólagos hidegmunkálással előállított periódikus profilú betonacélokat általában lágy alapanyagból gyártják, és ezek a legkülönbözőbb alakban kerülnek forgalomba. A legelterjedtebbek a Tor, a Caron és az Isteg acélok.

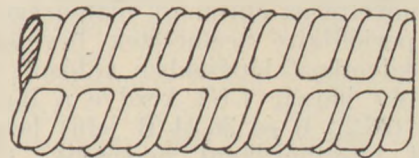
A Tor (40) acélt két vagy négy hosszborrával hengerlik, és a bordák a csavarás után spirális alakot vesznek fel (3. ábra). A Caron acél legömbölyített sarkú négyszögprofil; szintén csavarják. Az Isteg acél két, sima körkeresztmetszetű betonacél, amelyeket összehajlítanak.

A legújabb időben külföldön nagyszilárdságú alapanyagból készült csavarható acélokkal is kísérleteznek. Ilyen a Tor 60 acél, amelyen a két hosszborrán kívül periódikusan ismétlődő keresztirányú bordák is vannak. Az alapanyag folyáshatára 45, szakítószilárdsága



1. ábra

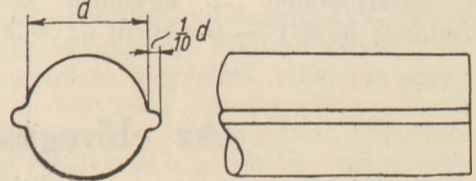
65 kg/mm². Ezek az értékek csavarás után 60, ill. 75 kg/mm²-re növekednek. Emellett a nyúlásérték alsó határa 12%. Ezzel az acéllal kiváló laboratóriumi eredményeket értek el. Hátánnya, hogy csak nagy metallurgiai tisztaságú,



2. ábra

elektromos kemencékben gyártott, mesterségesen öregített, tehát nagy nyúlásértékű acél alkalmas az előállítására.

A periódikus profil kialakításával két célt érünk el: egyrészt növeljük a beton és az acél közötti tapadást, másrészt egyes acéloknál utó-



3. ábra

lagos hideg megmunkálással növeljük a betonacél szilárdságát.

Külföldi kísérletek alapján a beton és a betét közötti tapadásra az alábbi összehasonlítható adatokat közöljük:

sima körkeresztmetszetű betonacél	1
bordahálózatos betonacél	2—2,9
Roxor betonacél	2,9
Tor 40 kétbordás betonacél csavarva	2—2,1
Caron betonacél csavarva	2,1—2,2
Tor 60 négybordás keresztborda nélküli csavarva	2,6
Tor 60 négybordás keresztbordával csavarva	5

A fentiekből látjuk, hogy a periódikus profil révén a tapadás legalább kétszeres ér-

tékre növekedik. Ennek előnye egyrészt az, hogy az acél nagyobb szilárdságú, jobban kihasználható, másrészt a repedések kialakulása a betonban sokkal kedvezőbb. Periódikus profilú betéteknél ugyanis a repedések sűrűbbek és keskenyebbek, mint sima betéteknél.

Általában hátránya a periódikus profilú acélbetéteknek a nagyobb repesztőhatás. E tekintetben kedvezőbbek a betonba jól beágyazott, kisméretű hossz- vagy keresztbordákkal ellátott betétek (Roxor, Tor), mint az ékszerűen működő, ferde felületű Caron és hasonló acélok. Erre a körülményre a tervezésnél figyelemmel kell lenni.

Ugyanígy tekintetbe kell venni azt, hogy a keresztbordás betonacélok fáradási szilárdsága — a bordák bemetszési jellegénél fogva — kisebb, mint a sima vagy folytonos bordás acéloké.

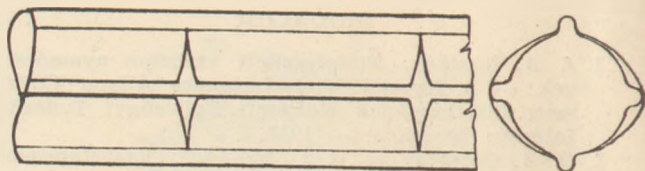
A periódikus profilú betonacélok beeses tulajdonságai elsősorban az előregyártott szerkezeteknél érvényesülnek, mert e gyártási módnál a beton megfelelő minősége biztosítható és így a betét nagy szilárdsága és tapadóképessége kihasználható. De előnyök a periódikus profilok gyenge minőségű betonok esetében is, mert csökkentik a betét megesúszási veszélyét és így növelik az építmény biztonságát.

A periódikus acélbetétek bevezetése nálunk a következő lépésekben valósult meg.

Ez év január 1-től kezdve a lágy alapanyagú (36.22 B és 36.24 B jelű) betonacélokat két hosszbordával hengerlik. Csavarás után ezek folyáshatára 35, szakítószilárdsága 50 kg/mm² értékre növekszik (jelzése 50.35 Cs).

Ugyanettől az időponttól kezdve — főleg az Épütelelemgyár részére — bevezették 52.34 B jelzéssel nagyszilárdságú és viszonylag nagy (17%) nyúlásértékű alapanyagból gyártott betonacélt, mely 65.55 minőségre csavarható. Ezt a betonacélt négy hosszbordával hengerlik.

A közeljövőben — egyelőre korlátozott mérethatárok között — sor kerül az 50.30 B és



4. ábra

50.35 B jelzésű betonacéloknak a 4. ábra szerinti periódikus profillal való gyártására. Ezek a betonacélok általában sima kivittel kerülnek forgalomba, míg periódikus profillal csak korlátozott mennyiségben fognak rendelkezésre állani, és általában utólagos hidegmegmunkálás nélkül építik be őket.

A periódikus profilú betonacélok révén — amint már említettük — megtakarítások érhetők el, mert mind az acél, mind a beton szilárdsága jobban kihasználható, mint a sima acéloknál. További megtakarítások érhetők el azzal, hogy a betétek elhorgonyzásánál is, illesztésénél is bizonyos feltételek mellett a kampózás elmaradhat.

A megtakarítás mértékéről számszerű tapasztalati adataink hazai viszonylatban még nincsenek, de becslés szerint pusztán a kampózás elhagyása 5—6% alapanyagmegtakarítást jelent. A periódikus profilú acélokkal a tapadási kísérletek folyamatban vannak. Remélhető, hogy ezek kedvező eredményei alapján a bekötési hosszak rövidíthetők és ezzel további megtakarításokat érhetünk el.

Szovjet adatok szerint (Sztroityelsztvo 1951. 5. sz.) 1950-ben 70 000 t periódikus profilú betonacélt építettek be és ezzel 20 000 t acélmegtakarítást értek el, ami kerekén 28%-nak felel meg. Ennek megítélésénél azonban tekintetbe kell venni azt, hogy a Szovjetunióban a periódikus profilok bevezetése a nagyszilárdságú acélok bevezetésével egyidőben történt és így a közölt számadatban a nagyszilárdságú acélok révén általában elért megtakarítás is belfoglaltatik.

Az előregyártott födém fejlődése

BAKSAY ZOLTÁN

A felszabadulás óta hatalmas szocialista építőmunkát folytat a magasépítés, de mindmáig megoldatlan maradt olyan födémbéleste gyártása, mely lehetővé teszi a vasbetongerendák felületi és elhelyezési pontatlansága mellett a síkfödémek zsaluzás nélküli készítését. Szükséges, hogy a minimális vakolatvastagság felhordása lehetséges legyen, és a födémkészítés ne legyen helyszíni igényes szakmunka, hanem gyakorlatlan segéd munkások is elvégezhessék.

Az Építéstudományi Intézet számos eljárást dolgozott ki 1,0 m gerendaköznek megfelelő födém-bélesteekre. Ezek alapanyaga kavics, tufa és pernye, kötőanyaguk pedig ce-

ment és mész. Különböző bélesteekkel vizsgálták meg a födém súlyát és 35 cm-es födémvastagság esetén a kikísérletezett cementtel kötött tufa alapanyagú béleste adta a legkedvezőbb, 304 kg/m² födém súlyt. Ebbe a padozat, a salakfeltöltés, a vasbetongerenda, valamint az alsó vakolat és a helyszíni habares súlyát is beleszámították. Gyártására azonban elsősorban nagy cementszükséglete, másodsorban pedig a tömeggyártáshoz szükséges gépi berendezések hiánya miatt nem lehetett még berendezkedni. A cementszükséglet, továbbá a födém nagy súlya miatt csökkentették a kézi gépekkel gyártott betéstegek gyártását is, s így az építőipar számára a *Bohn*-féle födém-

téglán kívül más béléslem alig áll rendelkezésre.

A Bohm-féle födém alkalmazása sok helyszíni nedves szakmunkát és sok zsaluzóanyagot kíván, úgyhogy az utóbbi időben ezt a födém-met mindinkább mellőzte az építőipar. Bélés-tést hiányában ezért az építőipar rátért a sík mennyezetet biztosító, a gerendaméret és az elhelyezés pontatlanságait is kiküszöbölő, a helyszínen vagy a terepen, esetleg az előgyártott gerendák között készített Horcsik-födém alkalmazására. Ez a födém azonban 430 kg/m^2 súlyú, m^2 -enként 20 db téglát, a vasbetongerendával együtt 18 kg vasat, 18 kg cementet igényel, és a nagy anyagfelhasználás, a sok helyszíni szakmunka miatt költséges.

Kisebb mértékben alkalmazza az építőipar a téglalobozatos födém-met, ez azonban súlyban még kedvezőtlenebb, mert 437 kg/m^2 súlyú, m^2 -enként 30 db téglát gerendával együtt, 12,4 kg cementet és 6 kg vasat igényel, költsége azonban lényegesen kedvezőbb a Horcsik-födémnél.

Az előrelátható födém-szükséglet 1953-ban tovább növekszik, tehát a probléma minél gazdaságosabb megoldása elsőrendű közérdek a népgazdaság számára. A téglá vagy cement-nélküli kötőanyaggal készített egyéb bélés-tek alkalmazásával a fontos alapanyagok meg-takaríthatók és más célra felhasználhatók. Ezen túlmenően igen nagy a munkaerő-meg-takarítás is.

A födém-elemek megoldásánál igen sok szempontot kell figyelembe venni. A felhasználásra kerülő alapanyagokat is gondosan kell megválasztani, az anyagtakarékossági szem-pontok figyelembevételével, mind a cementnél, vasnál, fánál, mind a téglánál. Ezeket a szem-pontokat az alábbiakban foglalhatjuk össze:

A födém a lehetőség szerint biztosítson különböző gerendaköz-kiosztásokat, 0,60 m-től legalább 1,2—1,4 m-ig.

Alul sík felületet adjon és kiküszöbölhető legyen vele a gerendák elhelyezési és gyártási pontatlansága. Ezen túlmenően pedig hő- és hangszigetelése feleljen meg az előírásoknak.

A helyszíni beépítési munka legyen száraz

és gyors. Ne kívánjon komoly szakmunkát, zsaluzást és állványozást.

A födém ne alkosson akadályt a válaszfalak alatti vasbetongerendák, továbbá a vizes helyiségek szerelékeinek elhelyezésénél, biztosítsa a villanszerelékek elhelyezésének lehetőségét is.

Anyagához ne használjunk fel és így a népgazdaságtól ne vonjunk el feleslegesen cementet, betongömbvasat és faanyagot.

A födém-elem a népgazdaság rendelkezésére álló üzemekben és gépi eszközökkel tömegben, állandó minőségben gyártható legyen, minden nagyobb beruházási költség nélkül.

Minimális selejtképződéssel állja a tömegszállítást, beépítés után pedig esetleges üto-terhelésre ridegtörés ne keletkezzék.

Végül a m^2 -enkénti födém-súly minimális legyen, de a födém biztonsággal feleljen meg az előírt különböző maximális terhelési igényeknek; elhelyezése után a maximális terhelést azonnal hordhassa.

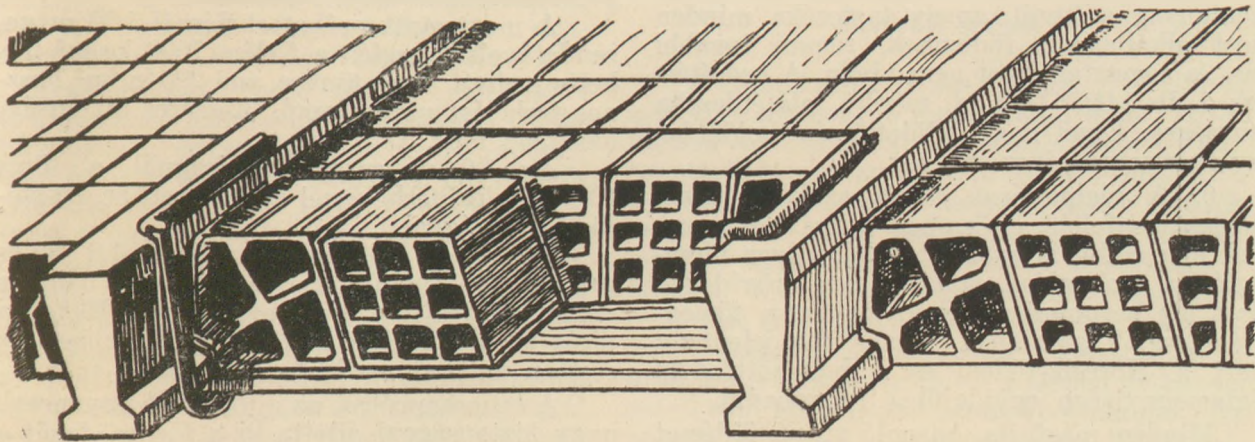
Az Építőanyagipari Minisztérium — a kérdést a felsorolt szempontok szerint vizsgálva — egyelőre egy lyukakkal ellátott három alapelemből álló, égetett agyagtégla bélés-testben látja a megoldást mindaddig, amíg ennél kedvezőbb födém-típus kialakítására és tömeggyártására nem kerülhet sor. Az említett agyagtégla-bélés-testet képen is bemutatjuk.

Egyenként vizsgálva a felsorolt tételeket, az alábbi megállapításra juthatunk:

1. A födém-bélés-tet a három alapidom kombinációjával — mint az első képen látható — egyaránt használható 0,60, 0,80, 1,0, 1,2, esetleg 1,4 m gerendaközökig.

2. A födém alul a gerendákkal egy síkban sík födém-ként képezhető ki. Az elemek közötti házagokban elhelyezhető közönséges mész-habarc-sal mind a gerendaköz en-rendű pontatlanságaiból adódó elhelyezési nehézségek, mind a gerendatalp vastagságából adódó pontatlanság is teljesen kiküszöbölhető. Hő- és hangszigetelése megfelelő, mert pórusos.

3. A helyszíni munka száraz, mert igen kevés, közönséges hosszabbított habarc-sot igényel; az elhelyezés a gerendán csúsztatható alá-



1. ábra

tékre növekedik. Ennek előnye egyrészt az, hogy az acél nagyobb szilárdságú, jobban kihasználható, másrészt a repedések kialakulása a betonban sokkal kedvezőbb. Periódikus profilú betéteknél ugyanis a repedések sűrűbbek és keskenyebbek, mint sima betéteknél.

Általában hátránya a periódikus profilú acélbetéteknek a nagyobb repesztőhatás. E tekintetben kedvezőbbek a betonba jól beágyazott, kisméretű hossz- vagy keresztbordákkal ellátott betétek (Roxor, Tor), mint az ékszerűen működő, ferde felületű Caron és hasonló acélok. Erre a körülményre a tervezésnél figyelemmel kell lenni.

Ugyanígy tekintetbe kell venni azt, hogy a keresztbordás betonacélok fáradási szilárdsága — a bordák bemetszési jellegénél fogva — kisebb, mint a sima vagy folytonos bordás acéloké.

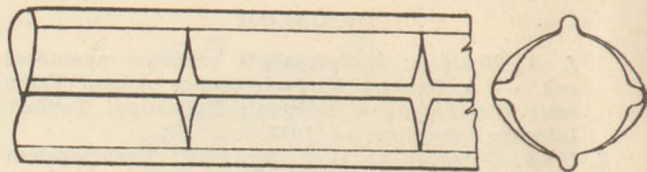
A periódikus profilú betonacélok heges tulajdonságai elsősorban az előregyártott szerkezeteknél érvényesülnek, mert a gyártási módnál a beton megfelelő minősége biztosítható és így a betét nagy szilárdsága és tapadóképessége kihasználható. De előnyök a periódikus profilok gyenge minőségű betonok esetében is, mert csökkentik a betét megesésveszélyét és így növelik az építmény biztonságát.

A periódikus acélbetétek bevezetése nálunk a következő lépésekben valósult meg.

Ez év január 1-től kezdve a lágy alapanyagú (36.22 B és 36.24 B jelű) betonacélokat két hosszbordával hengerlik. Csavarás után ezek folyáshatára 35, szakítószilárdsága 50 kg/mm² értékre növekszik (jelzése 50.35 Cs).

Ugyanettől az időponttól kezdve — főleg az Épületelemgyár részére — bevezették 52.34 B jelzéssel nagyszilárdságú és viszonylag nagy (17%) nyúlásértékű alapanyagból gyártott betonacélt, mely 65.55 minőségre csavarható. Ezt a betonacélt négy hosszbordával hengerlik.

A közeljövőben — egyelőre korlátozott mérethatárok között — sor kerül az 50.30 B és



4. ábra

50.35 B jelzésű betonacéloknak a 4. ábra szerinti periódikus profillal való gyártására. Ezek a betonacélok általában sima kivittel kerülnek forgalomba, míg periódikus profillal csak korlátozott mennyiségben fognak rendelkezésre állani, és általában utólagos hidegmegmunkálás nélkül építik be őket.

A periódikus profilú betonacélok révén — amint már említettük — megtakarítások érhetők el, mert mind az acél, mind a beton szilárdsága jobban kihasználható, mint a sima acéloknál. További megtakarítások érhetők el azzal, hogy a betétek elhorgonyzásánál is, illesztésénél is bizonyos feltételek mellett a kampózás elmaradhat.

A megtakarítás mértékéről számszerű tapasztalati adataink hazai viszonylatban még nincsenek, de becslés szerint pusztán a kampózás elhagyása 5—6% alapanyagmegtakarítást jelent. A periódikus profilú acélokkal a tapadási kísérletek folyamatban vannak. Remélhető, hogy ezek kedvező eredményei alapján a bekötési hosszak rövidíthetők és ezzel további megtakarításokat érhetünk el.

Szovjet adatok szerint (Sztroityelsztvo 1951. 5. sz.) 1950-ben 70 000 t periódikus profilú betonacélt építettek be és ezzel 20 000 t acélmegtakarítást értek el, ami kerekén 28%-nak felel meg. Ennek megítélésénél azonban tekintetbe kell venni azt, hogy a Szovjetunióban a periódikus profilok bevezetése a nagyszilárdságú acélok bevezetésével egyidőben történt és így a közölt számadathat a nagyszilárdságú acélok révén általában elért megtakarítás is bentfoglaltatik.

Az előregyártott födém fejlődése

BAKSAY ZOLTÁN

A felszabadulás óta hatalmas szocialista építőmunkát folytat a magasépítés, de mindmáig megoldatlan maradt olyan födémbélesterest gyártása, mely lehetővé teszi a vasbetongerendák felületi és elhelyezési pontatlansága mellett a síkfödémek zsaluzás nélküli készítését. Szükséges, hogy a minimális vakolatvastagság felhordása lehetséges legyen, és a födémkészítés ne legyen helyszíni igényes szakmunka, hanem gyakorlatlan segéd munkások is elvégezhesék.

Az Építéstudományi Intézet számos eljárást dolgozott ki 1,0 m gerendaköznek megfelelő födém-bélesterestekre. Ezek alapanyaga kavics, tufa és pernye, kötőanyaguk pedig ce-

ment és mész. Különböző bélesterestekkel vizsgálták meg a födém súlyát és 35 cm-es födémvastagság esetén a kikísérletezett cementtel kötött tufa alapanyagú bélesterest adta a legkedvezőbb, 304 kg/m² födém súlyt. Ebbe a padlózat, a salakfeltöltés, a vasbetongerenda, valamint az alsó vakolat és a helyszíni habarcs súlyát is beleszámították. Gyártására azonban elsősorban nagy cementszükséglete, másodsorban pedig a tömeggyártáshoz szükséges gépi berendezések hiánya miatt nem lehetett még berendezkedni. A cementszükséglet, továbbá a födém nagy súlya miatt csökkentették a kézi gépekkel gyártott betésterestek gyártását is, s így az építőipar számára a Bohn-féle födém-

téglán kívül más béléslem alig áll rendelkezésre.

A Bohm-féle födém alkalmazása sok helyszíni nedves szakmunkát és sok zsaluzóanyagot kíván, úgyhogy az utóbbi időben ezt a födém-típust mindinkább mellőzte az építőipar. Bélés-tést hiányában ezért az építőipar rátért a sík mennyezetet biztosító, a gerendaméret és az elhelyezés pontatlanságait is kiküszöbölő, a helyszínen vagy a terepen, esetleg az előgyártott gerendák között készített Horcsik-födém alkalmazására. Ez a födém azonban 430 kg/m^2 súlyú, m^2 -enként 20 db téglát, a vasbetongerendával együtt 18 kg vasat, 18 kg cementet igényel, és a nagy anyagfelhasználás, a sok helyszíni szakmunka miatt költséges.

Kisebb mértékben alkalmazza az építőipar a téglalobozatos födém-típust, ez azonban súlyban még kedvezőtlenebb, mert 437 kg/m^2 súlyú, m^2 -enként 30 db téglát gerendával együtt, 12,4 kg cementet és 6 kg vasat igényel, költsége azonban lényegesen kedvezőbb a Horcsik-födémnél.

Az előrelátható födém-szükséglet 1953-ban tovább növekszik, tehát a probléma minél gazdaságosabb megoldása elsőrendű közérdek a népgazdaság számára. A téglalobozatos födém-típusok alkalmazásával a fontos alapanyagok megtakaríthatók és más célra felhasználhatók. Ezen túlmenően igen nagy a munkaerő-megtakarítás is.

A födém-típusok megoldásánál igen sok szempontot kell figyelembe venni. A felhasználásra kerülő alapanyagokat is gondosan kell megválasztani, az anyag-takarékossági szempontok figyelembevételével, mind a cementnél, vasnál, fánál, mind a téglánál. Ezeket a szempontokat az alábbiakban foglalhatjuk össze:

A födém a lehetőség szerint biztosítson különböző gerendaköz-kiosztásokat, 0,60 m-től legalább 1,2–1,4 m-ig.

Alul sík felületet adjon és kiküszöbölhető legyen vele a gerendák elhelyezési és gyártási pontatlansága. Ezen túlmenően pedig hő- és hangszigetelése feleljen meg az előírásoknak.

A helyszíni beépítési munka legyen száraz

és gyors. Ne kívánjon komoly szakmunkát, zsaluzást és állványozást.

A födém ne alkosson akadályt a válaszfalak alatti vasbetongerendák, továbbá a vizes helyiségek szerelékeinek elhelyezésénél, biztosítsa a villanszerelékek elhelyezésének lehetőségét is.

Anyagához ne használjunk fel és így a népgazdaságtól ne vonjunk el feleslegesen cementet, betongömbvasat és faanyagot.

A födém-típus a népgazdaság rendelkezésére álló üzemekben és gépi eszközökkel tömegben, állandó minőségben gyártható legyen, minden nagyobb beruházási költség nélkül.

Minimális selejtképződéssel állja a tömegszállítást, beépítés után pedig esetleges üttöterhelésre ridegtörés ne keletkezzék.

Végül a m^2 -enkénti födém-súly minimális legyen, de a födém biztonságga feleljen meg az előírt különböző maximális terhelési igényeknek; elhelyezése után a maximális terhelést azonnal hordhassa.

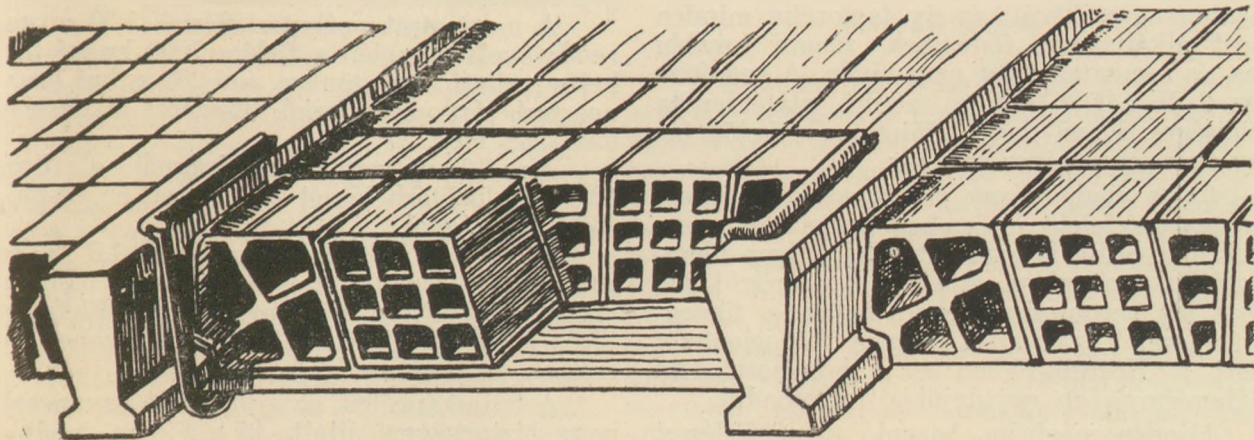
Az Építőanyagipari Minisztérium — a kérdést a felsorolt szempontok szerint vizsgálva — egyelőre egy lyukakkal ellátott három alapelemből álló, égetett agyagtégla bélés-téstben látja a megoldást mindaddig, amíg ennél kedvezőbb födém-típus kialakítására és tömeggyártására nem kerülhet sor. Az említett agyagtégla-bélés-téstet képen is bemutatjuk.

Egyenként vizsgálva a felsorolt tételeket, az alábbi megállapításra juthatunk:

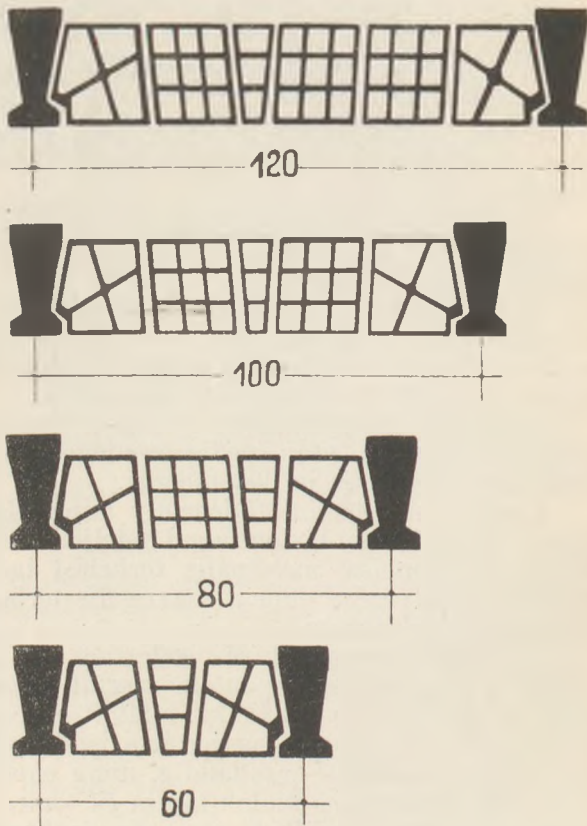
1. A födém-bélés-tést a három alapidom kombinációjával — mint az első képen látható — egyaránt használható 0,60, 0,80, 1,0, 1,2, esetleg 1,4 m gerendaközökig.

2. A födém alul a gerendákkal egy síkban sík födémként képezhető ki. Az elemek közötti házagokban elhelyezhető közönséges mészhabarccsal mind a gerendaköz em-rendű pontatlanságaiból adódó elhelyezési nehézségek, mind a gerendatalp vastagságából adódó pontatlanság is teljesen kiküszöbölhető. Hő- és hangszigetelése megfelelő, mert pórusos.

3. A helyszíni munka száraz, mert igen kevés, közönséges hosszabbított habarccsal igényel; az elhelyezés a gerendán csúsztatható alá-



1. ábra



2. ábra

téttel és forgószerszámmal oly egyszerű, hogy egy segédmunkás félórai betanítás után elvégzi. Állványt és zsaluzást nem igényel.

4. Ha a födém-bélestestek legfelső lyukasztott részét elhagyjuk, ami a gyártásnál a nyers testen ennek a résznek csak huzallal való eltávolítását jelenti, 14 cm-es magasság esetén lehetővé válik mind a választófal-gerendák, mind a vízvezeték szerelvények elhelyezése. De minden aggály nélkül a helyszínen is eltávolíthatók a felső részek — azokban a sávokban, ahol arra szükség van — ha alacsonyabb idomok nem állnának rendelkezésre. Alacsonyabb idomokkal a födém-súly m^2 -enként 50 kg-mal növekszik, így általában a magasabb forma alkalmazása indokolt.

5. A födém a vasbetongerenda vas- és cementanyagán kívül, amely tartozéka minden most alkalmazott födémnek, semmi további vas- és cementanyagot nem kíván. A beépítéshez 1 db $1,00 \times 0,20$ m méretű alátétdeszka szükséges. Ezzel nagy felületek építhetők be, így faanyagra nincs szükség.

6. A téglagyárak közül azok, amelyek anyaga megfelelő, elsősorban pedig azok, amelyek már eddig is gyártottak bármilyen idomtéglat, a présszájak átalakításával rövid idő alatt kis beruházással beállíthatók a tömeggyártásra. Téglahiányt ez nem fog jelenteni, mert a Horcsik-födém és a boltozottfödém téglamenyisége egyidejűleg felszabadul.

Minden másfajta, hasonló súlyú födémét biztosító bélestest gyártására nagy beruházást

jelentene, s esetleg importgépek behozatalát kívánja meg.

Téglagyári átállással ilyen bélestest már 1953-ban is gyártható és az építőipar rendelkezésére bocsátható. Időközben tovább fejlődhetik téglá és egyéb anyagú hasonló gazdaságos bélestestek gyártása. A fejlődésnek azonban figyelemmel kell lennie arra, hogy mivel a födémkészítés fejlődése a bélestesteket feleslegessé teszi, ezeket az üzemeket vagy üzemrészeket egyéb falazóelemek gyártására kell átállíthatóvá tenni. (A téglagyárakban semmi különös intézkedést nem kíván a présszáj-cserén kívül.)

7. Az egy darabból álló 1 m-es bélestest, bármiféle anyagból készül, vékony rideg falai folytán a tömegszállításnál igen kényes. Ezért merült fel ismételten a helyszíni előgyártás gondolata, ahányszor a bélestest gyártási problémája felvetődött. A vékonyfalú, 1 m-es bélestesteknél az alsó övrészben a szállítás, részben a ridegtörés elkerülése érdekében elemenként két-két szál $0,5$ mm \varnothing -jú betongömbvas elhelyezését kívánták meg különböző hatóságok, ez azonban m^2 -enként $0,5$ kg vas felhasználását jelenti.

A téglá-bélestest kisebb formájánál és egyégenkénti kisebb súlyánál fogva lényegesen jobban bírja a szállítást. A várható selejt azonos a normáltégla szállítási selejtjével. Egy-egy idom eltérése csak $\frac{1}{20}$ m^2 födém törését jelenti, míg az egy darabból álló bélestesteknél a rendszertől függően $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ m^2 födém megy tönkre, ha egy elem eltörik.

A téglá-bélestest ridegtörésre rácsszerkezeténél fogva úgyszólván érzéketlen, mert ha egy-egy vízszintes vagy függőleges bordarész ki is törik, ennek szerepét minden veszély nélkül átveszik a mellette levő bordák.

8. A lyukasztott idomtégla-födém a használatban volt és használatban lévő födémek közül — a tufa-födém kivételével — a legkönnyebbek bizonyult, 335 kg/m^3 súlyával. De a tufa-födémét is célszerű három darabból gyártani a szállítási és elhelyezési problémák miatt. Ebben az esetben súlya azonos a téglá-födémével, de fennáll az a hátránya, hogy kötőanyagul cementszükséglet jelentkezik.

A megtartott próbaterhelésnél $1,20$ m gerendatávolság esetén a födém 7500 kg/m^2 terhelés mellett ment tönkre, ami 200 kg/m^2 hasznos terhelést véve alapul, 32-szeres biztonságuk felel meg.

Az $1,0$ m gerendatávolságnál a törés 13000 kg/m^2 terhelésnél következett be, 65-szörös biztonsággal.

Kísérletet végeztek továbbá $1,0$ m-es gerendatávolsággal teljesen szárazon, habarcs nélkül összeállított födémteglákkal. Ekkor a törés 6000 kg/m^2 -nél állt be, tehát ebben az esetben is 30-szörös biztonság volt.

A talicskapróbát, az ejtőpróbat ugyancsak nagy biztonsággal állotta ki a födém, tehát a rácsszerkezetű tégláelemek a más típusú fö-

démelekkel szemben az összes terheléseknél tökéletes biztonságot jelentenek.

A kísérletek igazolták a födém azonnali maximális terhelhetőségét is, aminek jelentőségét külön nem is kell hangsúlyozni.

A próbaterhelésnél mindenkor a rombuszalakú betétrészeket terhelték, így alaptalanul bizonyult az az esetleges aggály, hogy terhelés alatt ez az idom kiesíthatik. Még a habares nélküli összeállításnál sem esúszott ki. Ennek alapján a béléstestek formája is megfelelőnek mondható.

A téglagyári kapacitás 1952. év fejlődése máris lehetővé teszi, hogy az Építőanyagipari

Minisztérium még a tél folyamán berendezkedjék téglabetéttestek tömeges gyártására azokban a téglagyárakban, ahol erre a megkívánt minőségű anyag és a gépi lehetőség megvan és az 1953. évre máris adjon béléstest-elemet a magasépítőipar számára.

Egyidejűleg folyik a kísérlet a pernye-, valamint mészkötésű tufaliszt alapanyagú betéttestekkel is, amelyek mind azt a célt szolgálják, hogy minél könnyebb és minél olcsóbb födémekkel szolgálhassuk ki szocialista építőiparunkat, elősegítve ezzel az ötéves tervünk mielőbbi sikeres befejezését.

Nagyszilárdságú betonacélok előállítása

TÓTH FERENC

Annak a technikai eljárásnak van a legnagyobb létjogosultsága, amely a gyártmányt olcsóbbá és ezáltal a legszélesebb rétegek számára hozzáférhetővé teszi. A fejlett technikájú betonáru-előállítási módok közül is csak azok indokolhatók, amelyek olcsóbb árut eredményeznek mint a régi eljárás, illetve nagyobb értékű anyagok megtakarítására alkalmasak. E közgazdasági felismerés kényszerítő erőként irányította a kutatók és a gyakorlat szakembereinek figyelmét a jobb minőségű anyagból készített, tehát olcsóbb betonszerkezetek felé.

A kutatás megindult, egyrészt a beton, másrészt a húzófeszültségek felvételére alkalmas nagyszilárdságú, tehát kis mennyiségben beépíthető anyagok után.

A beton szilárdságát növelő eljárások olyan gyorsan fejlődtek, mint igen kevés technikai eljárás. A századforduló idején felismerték a szemszerkezet fontosságát; rostálni, adagolni kezdték az adalékot. Később a figyelem a víztartalomra és csökkentésére irányult. Ez a felismerés felvetette az újabb és jobb bedolgozási eljárások szükségességét. Megszületett a belső súrlódásnak rázással való legyőzésén alapuló bedolgozási eljárás, a vibrálás. A beton alapanyag részeinek fajsúlykülönbségein alapul a pergetéssel végzett bedolgozási eljárás, amely kiváló minőséget eredményez.

Megkezdődött, majd óriási méretekkel nőtt a gőzöléses szilárdítás alkalmazása. Szilikát-kémikusok egyre újabb és újabb eredményeket értek el a cementszilárdság növelése és zsugorodás csökkentése terén. Felismerték a kutatók a nagy nyomás alatt végzett betonbedolgozás, a nagy nyomású gőzölés kiváló eredményeit, majd a kihagyásos szemszerkezetek beláthatatlan lehetőségét. Bevonult a bedolgozó-módszerek közé a vákuumozás is. A szilárdítás fejlődésén végigtekintve elmondhatjuk, hogy ma már megoldódott az adalékanyaggal közel azonos szilárdságú beton előállításának problémája.

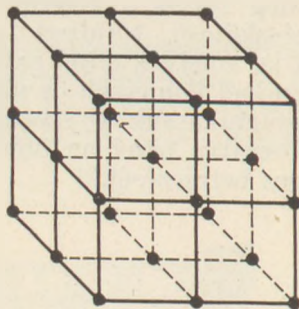
A vasbeton szerkezetek árának esikéntése érdekében a beton gazdaságos előállításával párhuzamosan olcsó betétanyagok után kellett kutatni. Sajnos, elmondható, hogy a betongyártásnál számbavehető nagy húzószilárdságú anyagok technológiája a századforduló óta alig fejlődött és gyökeresen újat nagyipari méretekben mindeddig nem hozott. Erre a célra ugyanis ezidőszert technikailag és gazdaságilag egyaránt csak az ötvözött acél vehető figyelembe. Bár egyes nem fémes „szervetlen” vegyületek, pl. szilikátok, majd szintetikus carbon-vegyületek (perlon, nylon stb.) előállításával igen nagy húzószilárdságú anyagokat kapott a technika, de ezek drágaságuk miatt ma még nem vehetik fel a versenyt betontechnológia területén az acélokkal.

Ezért a következőkben elegendőnek tartjuk, ha csupán az acélananyagokról tesziünk említést. Megvizsgáljuk, hogy a különböző módon nyert és alkalmazott acélbetétekkel hogyan változik az egyenlő teherbírási vasbetontartó egységára. A számításokat a legújabb kísérleti eredmények és a plasztikus alakváltozásokon alapuló számítási módszer alapján végeztük el.

Ötvözött acélok

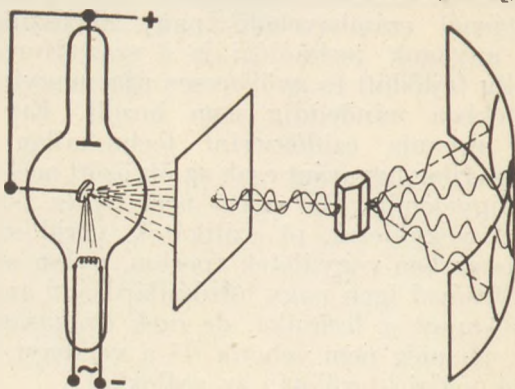
A technikailag tiszta vasnak, a ferritnek, aránylag alacsony a szakítószilárdsága, kb 34 kg/mm²-re becsülhető. Ezt a szilárdságot a legegyszerűbben szénadalékkal növelhetjük. Mint ismeretes, az anyag szilárdsága újabb ötvözők beépítésével akkor emelkedik, ha az olvadék lehűtése után vegyes kristályok keletkeznek a fémbe. E vegyes kristályos mikroszkópikus felépítése más, mint az alapanyagoké. A kristályos anyagok — az úgynevezett krisztalloidok, mint amilyenek a fémek — a térben szabályos geometriai elrendezésű atomokból állanak. Az atomok a térrács csomópontjaiban helyezkednek el. Az anyag legkisebb részei között a rács

vonalai mentén meghatározott irányban elektrovalenciás erők működnek. Újabb ötvöző beépítése az anyagba megváltoztatja a térrács szerkezeti felépítését. Ezzel megváltozik a rács pontjai között a feszültség és így az anyag szilárdsága is.



1. ábra.

Ezeket az állításokat minden kétséget kizáróan igazolta a Laue professzor felfedezte jelenség, a röntgensugárzásnak kristályokon színképre való bomlása, illetve a Debye-Scherrer alkalmazta szétszóródás-mérés segítségével.



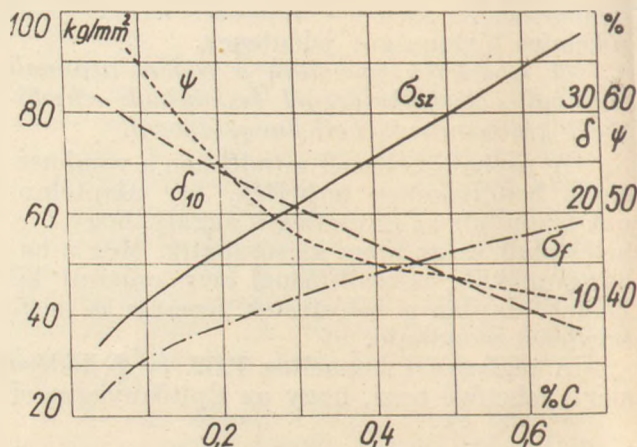
2. ábra.

A kristályokon áthaladó röntgenhullám a térrács gőcpontjában levő atomok alakította síkokon — mint egy optikai rácson — éppenszintén elhajlást szenved, és éppenszintén felbomlik különböző hosszúságú hullámokra, mint ahogy a látható fém is szétfelbomlik színképpé az üveglemezre sűrűn egymás mellé húzott, úgynevezett optikai rácson.

A szén egyre nagyobb mérvű feloldása az acélban az említett okok miatt növeli a szilárdságot. Ugyanakkor növekszik az anyag folyáshatára, de erősen csökken a teljes nyúlása.

A gyakorlatban nem a szenet ötvözik be az acélba, hanem a nagy széntartalmú nyersvasból a Martin-kemencében a szükséges mértékben kiégetik a szenet. A szénadaléknak és a szilárdsági, valamint képlékenységi jellemzőknek az összefüggését a 3. ábra mutatja. A szükséges alakváltoztatási plasztikus tartalék biztosítása végett szerkezeti acéloknál 0,7% fölé menni nem tanácsos.

Azokban az esetekben, amikor az anyag nagymértékű nyúlására nincs szükség, — ilyen

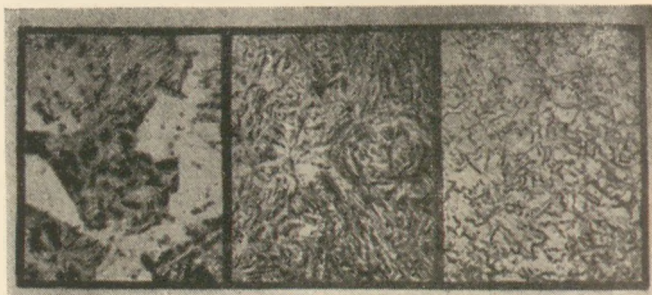


3. ábra.

terület az előrefeszített betonszerkezet is, — nagyobb széntartalmú anyagokat is lehet alkalmazni. Ilyen módon a csupán a széntartalom növelésével előállított vasszén ötvözetek 140 kg/mm² szilárdságig használhatók, kb. 0,9—0,95 százalékos széntartalommal.

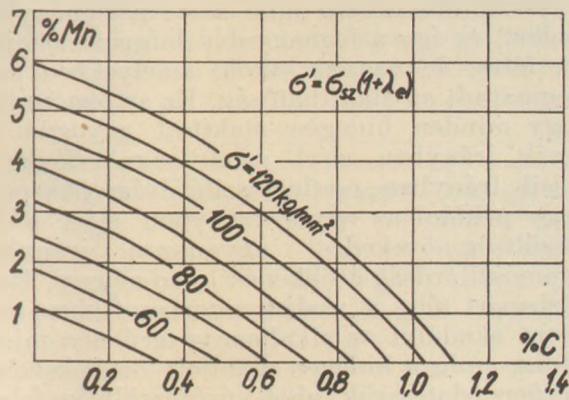
A nagy széntartalmú anyagok alkalmazása tartószerkezetekben veszélyeket rejt magában. A széntartalom növekedésével ugyanis megváltozik az anyag szerkezete. Az ilyen anyag igen érzékeny a lehűtés módjára, s helytelen hűtés esetén magas-grafit, illetve temper-szén válik ki az anyagból, amely a kristályok közötti fémes összeköttetést helyenként megszünteti, és ezzel a szilárdságot nagy mértékben csökkenti. Ez az oka annak, hogy a széntartalom további növelése csökkenti a szilárdságot.

Szilárdság növelésére alkalmasak a mangán (Mn), a króm (Cr), a szilícium (Si), a nikkelt (Ni), a molibdén (Mo), a vanádium (V) és a volfrám (W). Ezek az ötvözetek a fenti sorrendben növelik a szilárdságot, a mangán a legnagyobb mértékben, a volfrám a legkisebb mértékben, azonos mennyiségű ötvözetést feltételezve. Például csekély mangántartalom esetén 1% Mn 10 kg/mm²-rel növeli az eredeti ötvözet szilárdságát, míg a volfrám csak 1—2 kg/mm²-rel. Részben emiatt, részben az árák miatt szilárdságnövelőként elsősorban a mangánt és a szilíciumot, részben a krómot, rezezt és a nikkelt használják, míg a többi ötvözőt



4. ábra.

egyéb tulajdonságot (pl. felületi keménységet) kívánó esetekben alkalmazzák. A C, Mn és σ összefüggését az 5. ábra mutatja.



5. ábra.

A szilárdság azonban igen nagy mértékben függ a hőkezelés módjától is. A Mn fokozott adagolásával és helyes hőkezeléssel elérhető, hogy a szilárdság növekedése mellett a nyúlás is növekedjék, így nagyszilárdságú és szívós anyagot kapjunk, szemben a csak szénrel megvalósítható nagyszilárdságú, de rideg anyagokkal.

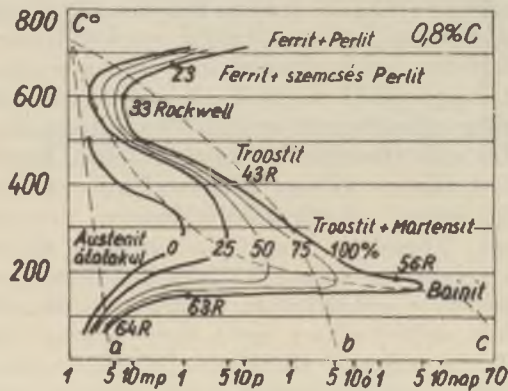
A Si ötvözésével a szilárdság szintén növelhető. A Si a szénhez hasonlóan viselkedik és fokozott adagolás esetén az acélt rideggé teszi.

Mindezen, csak vázlatosan érintett tényekről a metallográfia igen bő irodalmi adatai nyújtanak szélesebb perspektívát.

Hőkezelt acélok

A leggyorsabb hőkezelési eljárás az edzés, amely az anyag felmelegítéséből és hirtelen lehűtéséből áll. Annyira kell felmelegíteni az anyagot, hogy kristályszerkezete megváltozzék, és a különvált ferrit-perlit helyett az egyseges összetételű austenit keletkezzék. Az edzésnek az a célja, hogy hirtelen hűtéssel az austenites összetétel megmaradását biztosítsa. Az austenit a hűtésekor a hűtési sebességtől függően más-más módosulásba megy át. Ennek megfelelően változik az anyag szerkezete és mechanikai tulajdonsága. A lehető legnagyobb

sebességgel végzett hűtés esetén (1000 C° hőesés/mp) adódó szilárdság a széntartalom függvényében a 6. ábrán látható. A különböző sebességgel végzett hűtéseknel kialakuló anyagszerkezeteket a 7. ábra (Bain—Davenport-féle S görbék) mutatja.



7. ábra

Mint látható, gyors hűtés esetén (a jelű vonal) az austenites szerkezet változatlanul megmarad. Az anyag nagyszilárdságú, de rideg lesz. Mikroszkóp alatt az austenit tűkristályos allotrop módosulata, a martensit látható. Betonacél gyártásra ez az anyag nem használható, csak kivételesen igénybevett kemény szerszámok készíthetők belőle.

Kisebb hűtési sebességnél (b görbe) az austenit felbomlik előb szemcsés perlitre, majd troostitra, sorbitra.

A betoniparban számbavehető a közepes hűtési sebességgel előállított troostitos szerkezet, amely a martensiteshez képest nem csökkeni nagy mértékben a szilárdságot, de a szívós tulajdonságok jelentékeny mértékben megmaradnak.

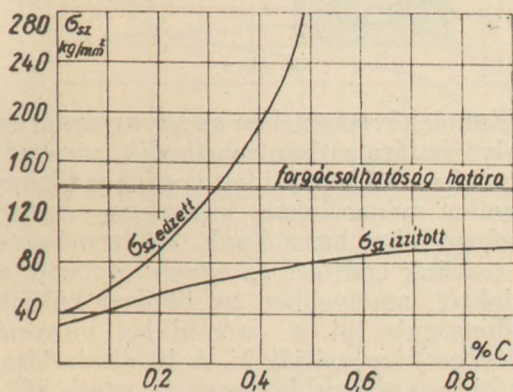
Igen hosszú ideig tartó lehűtés esetén (c görbe) az anyag rendkívül szívós szerkezetű bainitté alakul át. A hőmérsékletet tartó kemencék drága üzeme és szűk keresztmetszete miatt ezt az anyagot is csak különleges célú eszközök gyártására használják fel.

A hengerlésnél a szokásos átmérőknél a hűtőpadon történő lehűlés nem okoz szemszerkezeti változást.

A martensites szerkezetet úgy is átalakíthatjuk, hogy az acélt meghatározott hőmérsékletre felmelegítjük és bizonyos ideig ezen hőmérsékleten tartjuk (izzítás). A Bain—Davenport-féle görbékből kiolvasható átalakulások ekkor is végbemennek, és az eredeti szemszerkezet átalakulását olyan mértékben állíthatjuk elő, ahogy a célnak legjobban megfelel.

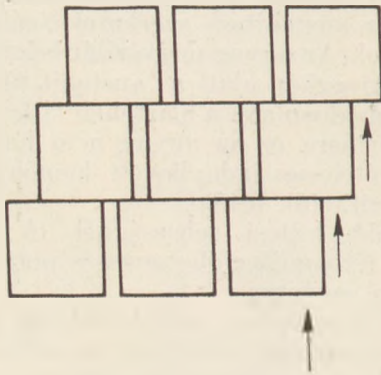
Hidegen alakított acélok

A kristály-rácsokba feszültséget vihetünk nemcsak ötvözőkkel, célszerűen alkalmazott hőkezeléssel, hanem hideg alakítással is. Hideg alakítás alkalmával az anyagokban akkora fe-



6. ábra.

szültséget hozunk létre, amekkora a kristályrácsok egymás közötti elrendezésében maradó alakváltozást okoz. Az egyes elemi kristályrácsok és rácssoportok eredeti alakjukat és összetételüket megtartják, de egymás mellett translációs mozgással elmozdulnak, míhelyt az igénybevétel a makroszkóposan jelentkező rugalmassági határon felüli mértéket eléri. A szilárdulás bekövetkezik, ami abban nyilvánul meg, hogy újabb maradó alakváltozást csak az előzőleg alkalmazott erőnél (feszültségnél) nagyobb erő (feszültség) hozhat létre. Ennek a szilárdulásnak az oka a kristályrácsban keletkező helyi térrácseltolódásokra vezethető vissza. Némelyek szerint a csúszási síkokban nem kristályos (amorf) fázis keletkezik, és ez is okozza a szilárdulást. Leginkább kézzelfogható a szilárdulásra az a magyarázat, amely szerint a csúszási síkok elhajlása és érdessége az oka a szilárdulásnak. (Az érdessé vált és egymás mellett lépesőzetesen elfekvő kristályok nehezen mozdulnak el egymás mellett.)



8. ábra

Alakításkor az azon atomokkal alkotott síkok csúsznak meg először, amelyek a legnagyobb nyirófeszültség irányába esnek. Ezek a síkok egyre inkább terjednek és így alakul ki a testben a képlékeny állapot. Közben, mivel az anyag méreteit változtatja, az alakítási lehetőség (δ) egyre csökken, mert túlesűzás az anyag szakadásához vezet.

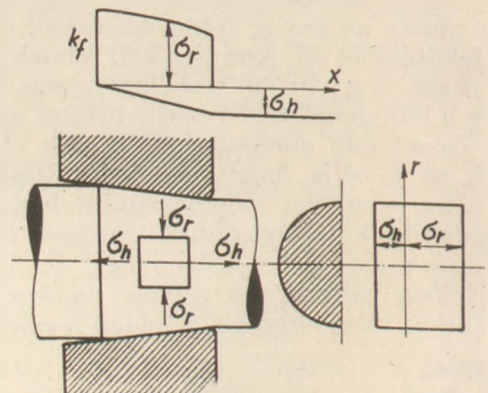
E tényeket bizonyítja a Debye—Scherrer-módszer. Az anyagot röntgensugárral átvilágítják, és a vizsgálati tárgy köré elhelyezett filmen megnézik, hogyan szóródik szét a röntgensugár. Az elhajlás szögéből kiszámítható az atomrácsok egymáshoz való hajlássíkja és távolsága. Eszerint a diagramm szerint a hideg alakításkor nem változik számottevően a térrács, mert a vonalak hajlásszöge változatlan marad, viszont egyes vonalak között intenzitás-különbség mutatkozik, ami azt mutatja, hogy az anyag meghatározott irányban eltolódott és így új reflektáló síkok keletkeztek. Az új síkok miatt az eredeti anyag, mely jó közelítéssel a tér minden irányában egyenlő mechanikai tulajdonságokat mutatott, azaz izotrop volt, a hideg alakítás után a tér különböző irányában más mechanikai tulajdonságot mutat,

azaz a térrács statikus módosulásával anizotropia lép fel. Ennek következtében vannak a kristályszerkezetekben olyan síkok, amelyekben a csúszatófeszültség már elérte a legnagyobb értéket, és így a legnagyobb deformációk jöttek létre, de vannak síkok, amelyekben még megmaradt az alakíthatóság. Ez az oka annak, hogy minden hidegen alakított anyagnál az egyik irányban elért szilárdságnövekedés a másik irányban esetleg szilárdságcsökkenést, vagy például az egyik irányban elért húzófeszültség-növekedés ugyanazon irányban nyomószilárdság-csökkenést eredményez. Ez a közismert tény a vasbetonszerkezetekben nem jelent akadályt az alkalmazás területén mindaddig, amíg a hidegen alakított betéteket észszerűen odatesszük, ahol húzófeszültség felvételéről van szó.

Az átalakult kristályszerkezet újra való izzítással visszavihető eredeti állapotába. Ha ugyanis kellő hőmérsékletig hevítjük fel az anyagot, az újra kristályosodik. Ezt a hőmérsékletet újrakristályosodási, azaz rekristallizációs hőmérsékletnek nevezzük.

Hideg vonás

Előfeszítési célra szolgáló betonacélok előállításának jelenleg leggyakrabban alkalmazott módja a hideg vonás. Ennél az eljárásnál az anyagot forgástest alakú, egyre szűkülő méretű húzókövön húzzuk keresztül, e közben keresztmetszete csökken. Ez a megmunkálás olyan térbeli feszültségi állapotot eredményez, amely az anyag nagymértékű képlékeny alakváltozását hozza létre. (9. ábra.)

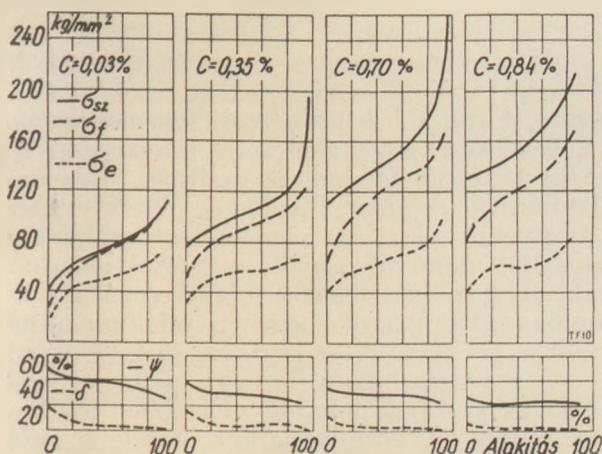


9. ábra.

Ennek következtében az anyag szilárdsága és folyáshatára erősen emelkedik, viszont teljes nyúlása csökken. Hideg vonáshoz többnyire ötvözetlen szénacélokat, különleges esetekben mangánacélokat használnak. Itt természetesen nem teszünk említést az egyéb ötvözött acélhuzalokról, amelyekben az ötvözet különböző tulajdonságait (pl. a krómnikkel huzalnál a hőállóságot) használják ki. A 10. ábrán látható, hogy hideg vonással hogyan változtathatók különböző széntartalmú anyagok mechanikai tu-

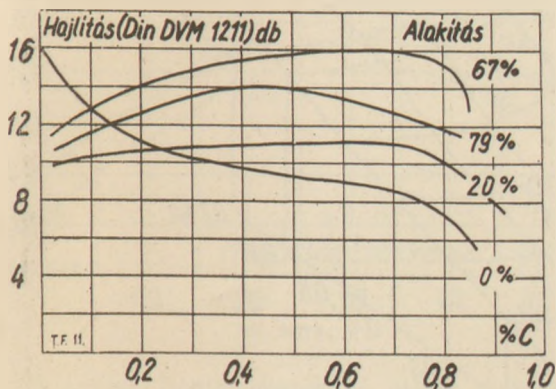
lajdságai. Kb. $C = 0,7\%$ karbontartalmú szénacélból állítható elő hideg vonással a legnagyobb szilárdságú huzal.

A diagrammok egyrészét az irodalom ebben a hideg alakítási mértékben adja meg, más része viszont a keresztmetszetesökkenés százalékát jelzi.



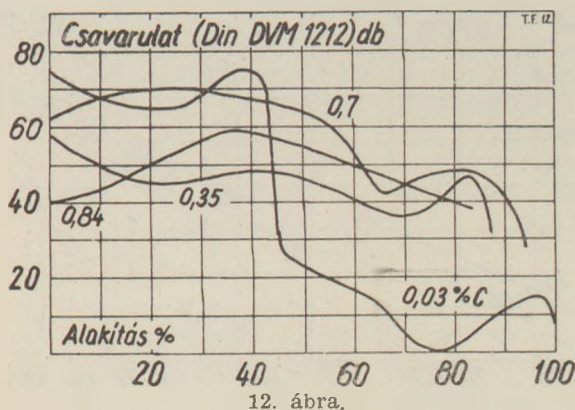
10. ábra.

A hideg vonással előállított acélhuzal végső szilárdságát az alapanyag karbontartalmán kívül a hideg alakítás mértéke befolyásolja. Száz százalékos hideg alakításnak nevezük azt, amely az anyagból kiveszi a teljes nyúlást és ezzel a lehető legnagyobb szilárdságot biztosítja. A szilárdságot ezenkívül a húzókö anyaga, a hideg vonásnál használatos kenőolaj, a hideg vonás hőmérséklete, sebessége stb. befolyásolja. Ezek a tényezők erősen befolyásolják a huzalok változó igénybevételekkel szemben való ellenállását, azaz kifáradási (hajtogatási) szilárdságát. A hideg alakításkor a szakítószilárdság nagy mértékben megnövekszik, ugyanekkor csökken a nyúlás, és ezért csökken az anyag hajlíthatósága és esavarhatósága, mint a 11. és 12. ábra mutatja. (A hajlíthatóság Din DVM 1211, a csavarhatóság Din DVM 1212 szerint van mérve.)



11. ábra.

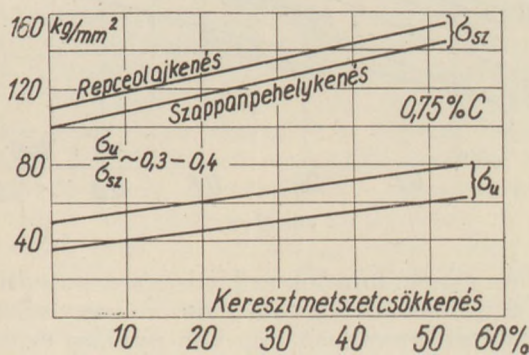
A 12. ábra a σ lüktető szilárdságnak és a keresztmetszet-esökkenésnek a függvényét mutatja.



12. ábra.

Megemlíthető, hogy hideg alakítás után a szilárdság körülbelül 2 hétig rohamosan, majd lassan növekszik, vagyis az anyag öregszik. Igen hosszú idő alatt mérve a szilárdságnövekedést, a következő középértékeket találták:

C%	0,005	0,11	0,38
növekedés kg/mm ²	0	3,7	4,1

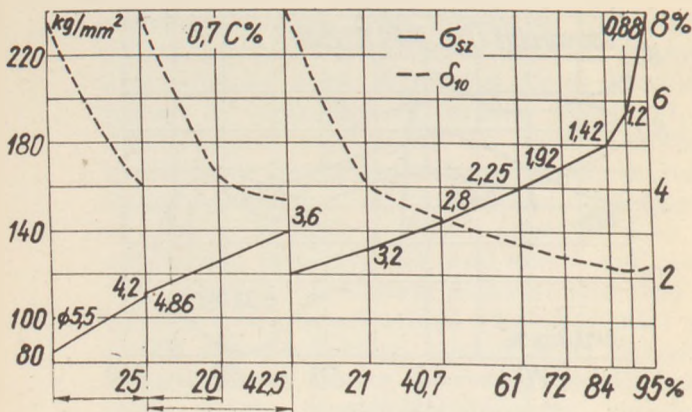


13. ábra

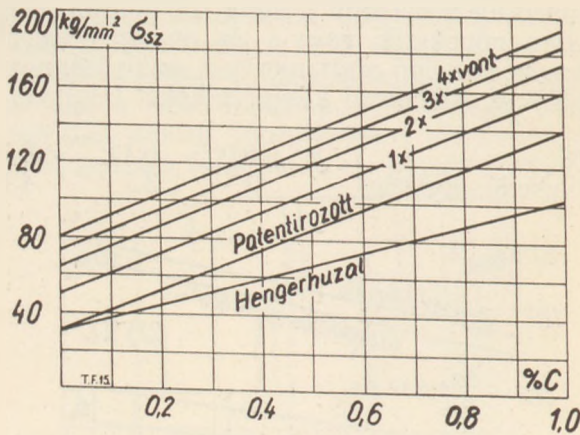
Azonos széntartalomnál, különböző mértékű hideg alakításnál az öregedés különböző értékű, és egyes esetekben jelenthet kismérvű szilárdságcsökkenést is. A betonacéloknál általában ezt a jelenséget nem kell figyelembe venni.

A nagyszilárdságú acélhuzal előállításánál a hideg vonással együtt hőkezelést is alkalmaznak. Ez részben edzés, megeresztés, részben patentírozás. Patentírozásnál az anyagot a felső kritikus hőfok fölött (a széntartalomtól függően) 850—1100 C° hevítik, majd a 400—500 C°-os ólomfürdőben hűtik. Ezt rendszerint akkor alkalmazzák, amikor az anyag nyúlását kb. 1/4-ében kimerítették. A patentírozás folytán sorbitos szerkezet keletkezik, amely a következő húzássorozatnál rendkívül nagy szilárdságot ad. Ilyen eljárással elérték már 400 kg/mm² szilárdságot is. Patentírozással megszakított húzásfolyamatot mutat be a 14. ábra.

A patentírozással és hideg vonással előállítható huzalszilárdságok a széntartalom és a hideg alakítás mértékének függvényében a 15. ábrán láthatók.



14. ábra.



15. ábra.

Az edzett huzalok szilárdsága a patentirozott huzalokénál nagyobb, de a nagyszilárdságú edzett anyagnak alig van nyúlása és csak ott alkalmazható, ahol hajlításnak nincs kitéve. Az edzett felületen levő sérülések ugyanis igen erős feszültséggyűjtők és az edzett felületen fellépő, sokszor mikroszkopikus nagyságú felületi hibák feltétlenül az anyag kifáradásához

vezetnek. Ezért edzett huzalokat ez ideig elterjedten nem alkalmazták. A felületi megmunkáló eljárások fejlődése azonban valószínűleg lehetővé teszi, hogy talán az edzett acélbetéteken kívül az edzett és hidegen vont acélhuzalok alkalmazására is sor kerül a közel jövőben.

Csavarás

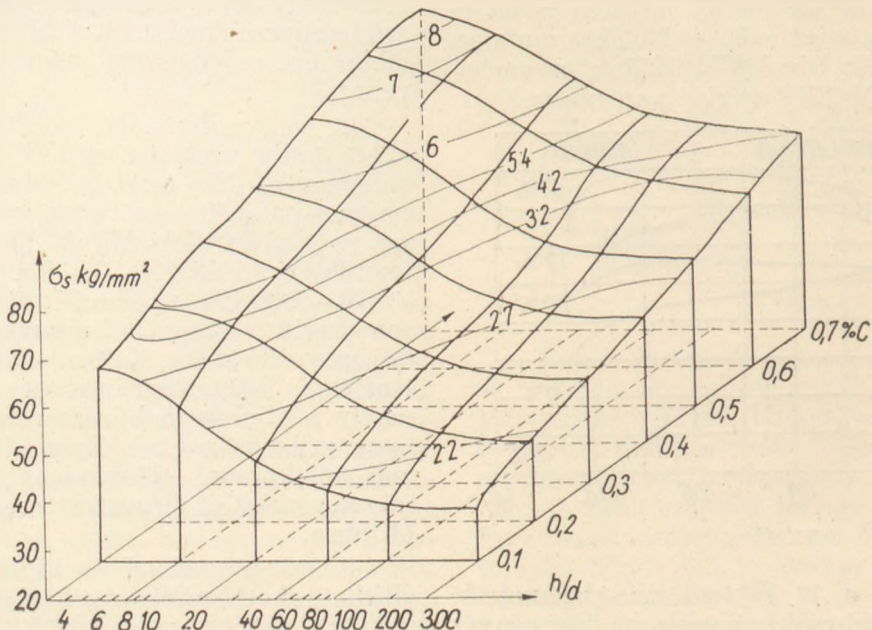
Míg hidegen vont acélhuzalokat szinte kizárólag feszített szerkezetekben szokás alkalmazni, addig a feszítés nélküli, közönséges vasbetonszerkezetekben többnyire csavarással szilárdított acélbetéteket használnak. Csavarás alkalmával az anyag kerületén fekvő eredetileg egyenes vonalban húzódó elemi szálak csavarvonal alakúvá válnak, és ezáltal meggyűlnek. Lényegében tehát a hideg vonáshoz hasonlóan az anyagot megnyújtjuk, így annak nyúlása csökken és szilárdsága megnövekszik.

A csavarás hibája az, hogy az anyag kerületén fekvő szálak nagyobb mértékben nyúlnak meg, mint a középvonalhoz közelebb esők. Ezért a szilárdulás különböző mérvű. Másik hátránya, hogy kampózaskor az anyag kerületén fekvő szálakat húzzuk meg nagyobb mértékben, azokat, amelyeket éppen a szilárdító hideg alakításakor erősebben vettünk igénybe.

A csavarás mértékét legegyszerűbben a Saliger bevezette mérőszámmal, a csavarvonal menetemelkedésének és az anyag átmérőjének viszonyszámával, h/d -vel lehet mérni. Az elérhető szilárdság függ az alakítás h/d mértékétől és függ az anyag karbontartalmától.

Mivel a legújabb plasztikus méretezési eljárásoknál szükséges az acélananyag folyáshatárának ismerete, a 16. ábrán a folyáshatár, a karbontartalom és a h/d összefüggését adjuk meg.

Ugyanezen diagrammra felhordtuk azt a nyomatókat is, amely az ábrázolt hideg alakí-



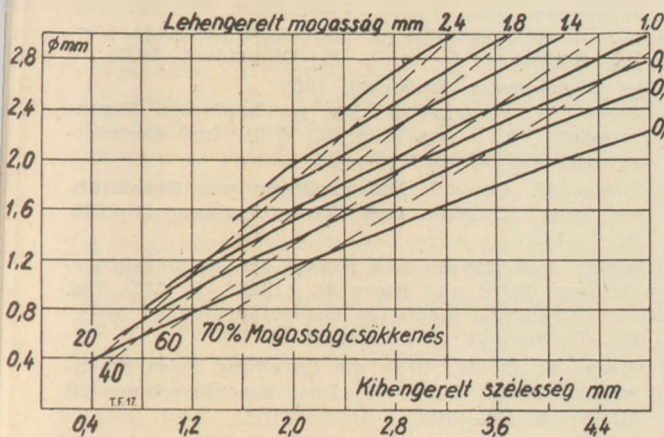
16. ábra.

tási fok megvalósításához szükséges. Az ábrán berajzolt nyomatékok 8 mm-es ϕ -jű anyagra vonatkoznak, más átmérő esetén az átmérő-viszony 3,2-ik hatványával való szorzat adja a tényleges nyomatékszükségletet.

Hideg hengerlés

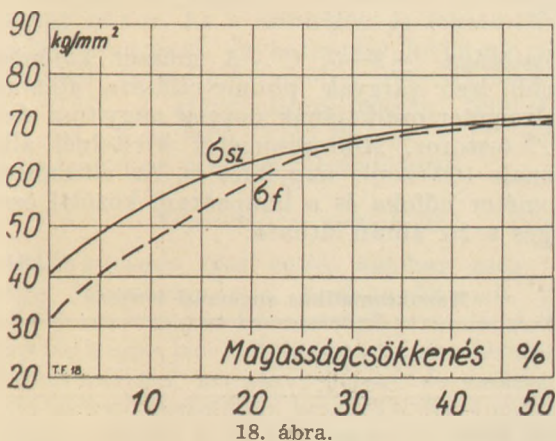
Nagyszilárdságú, hidegen alakított acélbetétek előállítása terén nyújt lehetőséget a további fejlődésre a hideg hengerlés. Két módszer képzelhető el: az egyik esetben a meleg hengersorból kikerülő körkeresztmetszetű huzalt sima felületű hengerekkel laposra hengerlik. A másik mód szerint a huzalt más keresztmetszetűre hengerlik.

Ha a hengerek átmérője 4", a szélesség, a magasság és a kiindulóhuzal átmérője közötti összefüggést a 17. ábrán láthatjuk.



17. ábra.

A hideg alakítás mértékével növekszik az anyag szilárdsága és csökken a nyúlása. A húzószilárdság, a folyáshatár, a karbontartalom és a lapítás mértéke közötti összefüggést a 18. ábra mutatja.



18. ábra.

A hideg hengerlésnek a hideg vonással szemben nagy előnyei vannak. Azonos hideg alakítással, azonos szilárdságnövekedés érhető el, függetlenül az alakítás módjától, tanítja P. Ludwick nyomán a plasztikus alakváltozások mechanikája.

Megfelelően alkalmazott hideg hengerléssel, tehát ugyanolyan szilárdságok valószínűsíthetők meg, mint hideg vonással. Amde hengerléskor az anyag csekélyebb mértékben sűrűsödik a hengeren, mint hideg vonásnál, ezért a henger élettartama hosszabb, mint a húzó köé. A megmunkálás hatásfoka hengerlésnél jobb, mint hideg vonásnál. Másrészt a lapított keresztmetszet két szempontból előnyösebb. A körkeresztmetszethez képest növekszik a tapadó felület azonos keresztmetszet esetén, másrészt a lapított keresztmetszetnek egyik irányban lényegesen kisebb a keresztmetszeti tényezője és így az anyag a lapítás tengelye körül könnyebben hajlítható, kampózható. Így nem kell olyan nagy szakadási nyúlást hagyni az anyagban, mint más módon történt megmunkálásnál. Ezért az alacsonyabb szilárdságú, hidegen hengerelt szalagok a közönséges vasbetonszerkezetek jövő betétanyagának tekinthetők.

Valamennyi hidegen alakított anyagnak közös tulajdonsága az, hogy a felső kritikus pont fölé hevítve eredeti szilárdságát nyeri vissza, ezért, ha a hidegen alakított anyagnál nagy szilárdságra van szükségünk, ez anyagokat hegesztéssel kötni általában veszélyes. Elsorok írójának laboratóriumi mérései, különböző szilárdságú anyagokon végzett összehasonlító kísérletei azt mutatják, hogy a lánghegesztés még a vastagabb keresztmetszetű anyagok egymáshoz való kapcsolását is lehetetlenné teszi, a szilárdság erős visszaesése miatt. Villamos ívhegesztéssel kisebb a szilárdság-ésés az anyagok egymáshoz kapcsolásánál. Ugyanezen mérések szerint: ponthegesztéssel szilárdsági tulajdonságaik káros csökkenése nélkül kapcsolhatók egymáshoz az anyagok. Ez a tény nagyobb keresztmetszetű (6 mm-nél vastagabb) anyagok esetén a kötöződrót és a kézzel vagy géppel történő kötözés kiküszöbölését teszi lehetővé, nagy szilárdságú hidegen alakított betétek esetében is. Természetes, hogy a legnagyobb óvatossággal kell eljárni és csak igen lelkiismeretes és szakképzett dolgozókat szabad erre a munkára beosztani. Rövid fővasbetétek tompa hegesztéssel való toldása nem lehetséges hidegen alakított anyagok esetében, mert az illesztett keresztmetszeten a szilárdság eredeti értékére esik vissza és ennek folytán a hideg alakítás minden előnyét elvesztjük.

Gazdaságosság

Az egyes eljárások gazdaságosságának elbírálására számítását végeztünk. A 20 cm magas és 10 cm széles, 5 m hosszú betongerenda árát kalkuláltuk ki. A gerendát közönséges és előfeszített vasbetonból terveztük. A beton minősége rendre B 280—, B 400—, B 560—, B 600—, B 800—, az acélbetét minősége 36.24 B, 50.35 B, 75.55 KB, az acélhuzaloké 150.130 KB, 160.135 KB, 170.140 KB és 360.300 extra volt.

A fenti adatok variálásával 35 tartótipust lehet elkészíteni. A valóságban ezek közül néhány kiesik, mert például B 280 betonba 75,55 KB nem helyezhető el.

A tartók határterhelését a plasztikus számítási módszerrel határoztuk meg. Kikalkuláltuk a beton- és acélárakat.

Az utóbbiakat meleg hengerlésre (mh), hideg hengerlésre (lh), hidegvonásra (hv) és csavarásra (cs) is meghatároztuk.

	B 280	B 400	B 560	B 600	B 800
36.24 mh.....	96,0	100,0	93,0	93,0	87,0
50.35 mh.....	82,5	85,8	80,0	79,4	73,4
50.35 cs.....	78,2	82,2	76,0	75,7	69,5
75.55 mh.....	72,0	76,5	69,7	68,9	63,0
75.55 cs.....	66,4	70,8	64,4	63,7	57,8
75.55 hh.....	63,6	68,0	61,7	60,7	54,7
150.130 hv.....	72,7	70,0	63,5	62,7	56,4
150.130 hh.....	62,4	59,7	53,4	52,7	46,4
160.135 hv.....	69,2	73,0	67,0	66,5	60,2
160.135 hh.....	56,4	60,2	54,2	53,4	47,2
170.140 hv.....	85,5	89,7	82,8	88,7	76,5
170.140 hh.....	56,4	60,8	54,7	58,2	47,5
360.300 hv.....	87,0	91,5	85,5	85,0	78,7

E nyersanyagárból egyik nagy üzemi munkánál a szokásos kalkulációs séma segítségével kiszámítottuk a lehetséges 65 variációt. Az „eredményeket“ a határnyomatékkal osztva azt kaptuk, hogy 1 tm. nyomaték viselése az adott szerkezettel mennyibe kerül. E számadatokat felhordtuk táblázatba, csupán a relatív értékek feltüntetésével.

A melegen hengerelt (mh), csavart (cs), hidegen hengerelt (lh) és hidegen vont (hv)

gerendák ára közötti különbség szemléltetően a hideg hengerlés javára szól.

Ezek a kalkulációk, bár az OT árjegyzék-árai alapján a már meglévő alkalmas technológia munkabérgényeinek figyelembevételével készültek, mégis csak előkalkulációk. Ezért e sorok írója a kalkulációs számokat a hideg hengerlés gazdasági előnyeinek csupán minőségi érzékeltetésére szánta, és reméli, hogy ezt a célját el is érte.

IRODALOM

- Körber*: Verformen u. Rekristallisieren. Stahl u. Eisen. 45 (1925) S. 217—23; 61—64.
- K. Wendt*: Konstruktionsforderungen u. Eigenschaften des Stahles. Krupp'sche Monatshefte 3 (1922) S. 121—167.
- E. S. Davenport—E. C. Bain*: Umwandlung des Austenits bei Konstanten, unterhalb des kritischen Punktes liegenden Temperaturen. Americ. Inst. Min. Metallurg. Eng. Techn. Publication No. 348/1930.
- Siebel*: Die Formgebung im bildsamen Zustande. Verlag Stahleisen G. m. b. H. Düsseldorf, 1932.
- Belegi*: Kohógéptan. Budapest, 1952.
- A. Pomp—W. Knackstedt*: Die mechanischen Eigenschaften (u. s. w.) Mitt. K. Wilh. Inst.-Eisenforschung 10/1928. S. 117—174.
- A. Pomp—M. Hempel*: Dauerprüfung von Stahldrähten. Mitt. K. Wilh. Inst. Eisenforschung 20/1938. S. 1—14.
- A. Pomp*: Aus Theorie und Praxis der Stahldrahtherstellung. Stahl und Eisen 45 (1925). S. 777—786.
- Tóth F.*: Csavarási kísérletek vasbetonacélokkal, Mélyép. Tudományi Szemle, 1952. VIII.
- A. Pomp—H. Höhle*: Über die Bereitung beim Flachwalzen. Mitt. Kaiser W. Inst. Eisenforschung 20 (1938). S. 167—192.

Üzemi és laboratóriumi hőmérés a szilikátiparban

SZABÓ GYÖRGY

(2. közlemény)

Eltűnőszálas pirométer vagy részletsugárzási pirométer

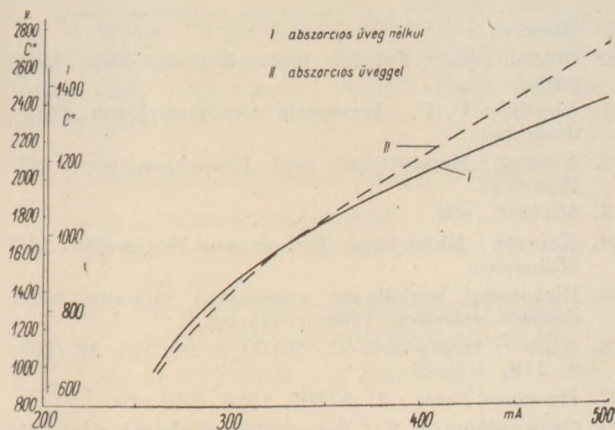
Az eltűnőszálas pirométer működésének lényege, hogy egy izzó wolframszál és a mérendő hőtér megvilágítási erősségét hasonlítjuk össze. Állandó fűtőáram esetén egy szürke ékkel szabályozzuk az izzó wolframszál megvilágítási erősségét, vagy a fűtőszál áramát addig változtatjuk, amíg annak képe egybeolvad a mérendő test izzó felületének képével. A wolframszál maximális hőfoka 1500 C°. A mérés a 19. egyenlet elve alapján történik, tehát csak fekete testnél ad pontos hőfokértéket. A 8. táblázat feltünteti a kerámiai iparban használt anyagok sugárzási tényezőjének értékeit $\lambda = 0,65$ -nél. (A sugárzási tényező a hullámhossz függvénye.) Azokat az anyagokat, amelyeknél $\epsilon_s < 1$, de a hullámhossztól függetlenek, *szürke testnek* nevezzük. 800—900 C° felett vörös ($\lambda = 0,65 \mu$) színűrt használunk. A mérési pontosság reprodu-

kálhatósága ± 3 —5 C°. A műszer különösen kisebb izzó tárgyak pirometrálására alkalmas. A pirométer optikájának normál nagyítása 4-szeres...6-szoros. Mikropirométer kivitelnél alkalmasnak 100-szoros nagyítást is. Az eltűnőszálas pirométer hőfoka és a lámpaáram közötti összefüggés a 25. ábrán látható.

8. táblázat

Monokromatikus sugárzási tényező

Anyag	
Vörös tégla	0,9
Tűzálló tégla	0,75...0,8
Festett felület	0,9...0,95
Szén	0,85
Grafitpor	0,95
Porcelán	0,25...0,5
Szilíciumkarbid felülettől függően	0,85...0,9
Vasoxid	0,92...0,98
Nikkeloxid	0,85...0,96



25. ábra. Eltűnőszálas pirométer hőfok és lámpaáram közötti összefüggés.

Színpirométer

A hőfok nemcsak az izzótest össz- vagy rész-sugárzási intenzitásából, de színéből is megállapítható. Az így mért hőfokot S színhőfoknak nevezzük. A színhőfok fekete és szürke testeknél azonos a valódi hőfokkal, míg fémeknél, ahol ϵ_i a hullámhosszal csökken, $S > T$. Mivel $T > T_s$ (19. egyenlet), a valódi T hőmérséklet a szín és a sugárzási pirométerrel mért hőfok között van. A mérés oly módon történik, hogy a vizsgálandó sugárzásból kiszűrünk két szint (például a zöldet és a pirosat) és intenzitás-arányukat addig változtatjuk, amíg az összehasonlító normál lámpáéval megegyezik. A színintenzitásarány változása egy színszűrőék elforgatásával történik, amelynek forgatógombja hőfokban van hitelesítve. Az összehasonlításhoz az azonos színintenzitásarányon kívül azonos megvilágítási erősség szükséges, amelyet egy szürke színszűrőékkel állítanak be. A színpirométer előnye, hogy hőfoka közelebb van a valódi hőfokhoz, mint a sugárzási pirométerrel mért fekete test hőfok. Első megközelítésre ugyanis a valódi hőfokot megkapjuk akkor, ha a színhőfok és fekete test hőfokkülönbségének egyharmadát levonjuk a színhőfokból. Színpirométerrel a megvilágítási erősség 0,5%-os kiegyenlítése esetén 1300 C°-nál kb. ± 4 C° és 1800 C°-nál kb. ± 7 C° pontossággal lehet a hőfokot meghatározni.

Seger-kúp és termokréta

A kerámia ipar egyes ágaiban még ma is nagy jelentősége van a Seger-kúpnak, amely 2,5–6 mm magas háromszögű piramis. A Seger-kúp kalcium- és nátriumoxid, magnéziumoxid, alumíniumoxid, kovásv, bórsav és esetleg vasoxid változó összetételű keveréke. Kerámiai anyagok égetésénél a kúp állapotából lehet következtetni a hő- és kémiai reakciók lefolyására. Inkább hőindikáló, mint mérőeszköz (9. táblázat). Ha a kályha a kritikus hőtartományt eléri, a Seger-kúp mindinkább meglágyul és hegye a kúp felfekvési síkjához közeledik. Lágyulási hőfoka a gáztér összetételén kívül a hőváltozás gyorsaságától is függ.

Így a 018 jelű Seger-kúp, amelynek névleges olvadási hőfoka levegőn 710 C°, 20 C°/óra hőváltozás esetén 670 C°-on olvadt meg, 150 C°/óra hőváltozás esetén azonban az olvadás csak 720 C°-on következett be. Hasonlóan a 10-es jelű Seger-kúp, amelynek névleges olvadási hőfoka 1300 C°, 20 C°/óra változás esetén 1260 C°-on és 150 C°/óra változás esetén 1305 C°-on olvadt meg.

9. táblázat

Seger-kúpok olvadási középértéke

Szám	C°	Szám	C°	Szám	C°
022	600	02a	1060	19	1520
021	650	01a	1080	20	1530
020	670	1a	1100	26	1580
019	690	2a	1120	27	1610
018	710	3a	1140	28	1630
017	730	4a	1160	29	1650
016	750	5a	1180	30	1670
015a	790	6a	1200	31	1690
014a	815	7	1230	32	1710
013a	835	8	1250	33	1730
012a	855	9	1280	34	1750
011a	880	10	1300	35	1770
010a	900	11	1320	36	1790
09a	920	12	1350	37	1825
08a	940	13	1380	38	1850
07a	960	14	1410	39	1880
06a	980	15	1435	40	1920
05a	1000	16	1460	41	1960
04a	1020	17	1480	42	2000
03a	1040	18	1500		

Gépalkatrészek, kályhák külső falainak hőmérsékletét gyakran határozzák meg termokréta-sorozatok alkalmazásával, amelyek 65–200 C°-ig 15–25 C°-os, 200–600 C°-ig 40–60 C°-os fokozatban kaphatók. Ha a környezet elérte a termokréta kritikus hőfokát, akkor megváltoztatja színét. A termokréta színváltozási hőfoka — éppúgy mint a Seger-kúpnál — függ a hőváltozás sebességétől.

Összefoglalás

A közlemény célja az, hogy a szilikátiparban dolgozóknak rövid ismertetést adjon a hőmérés korszerű módszereiről, kiegészítve néhány üzemen használatos táblázattal. A cikk különleges problémák tömegeit nem is érinti — mint pl. infravörös fényelem-hőmérés, elektronikus mérés stb. — útmutatást ad azonban a legfontosabb mérési módszerekről és felhívja a figyelmet valamely mérési módszer alkalmazási lehetőségére. A részletek iránt érdeklődők segítséget nyújthat az irodalmi összefoglalás (1., 2., 7., 8., 24.).

IRODALOM

1. Joroseev A. V.: Elektronnie teplövogo kontrolja i regulirovanija, 1951, Moszkva.
2. Murin, G. A.: Teplotehnicieszkie ismerenija, 1951, Moszkva.
3. Toperverh, W. I.: German M. Ja. Teplotehnicieszkie izmeritel'nie i regulirujesie pribori na metallurgicseszkih. 1951, Moszkva.

4. *Brilliantov, N. A., Lin'Kov V. I., Sztrelkov P. G.*; *Zsurnal Tehniceszkov Fiziki.* 1950, No. 3.
5. *Zarregian, V. L.*; *Pyrometry for the Ceramic Industries.* *Ceramic Bulletin*, vol. 27., 1948, No. 1.
6. *Techn. Pap. Bureau Standards, Washington: Pyrometric Practice.* 1948, No. 170.
7. *Henning*; *Temperaturmessung*, 1951, Leipzig.
8. *Krönert*; *Physikalische Messmethoden.* 1951, Leipzig.
9. *Am. Inst. Phys.: Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry.* 1941, New-York.
10. *Schäffer & Budenberg*, prospektus, No. 109a (1939).
11. *DIN DENOG 775—780.* (1937).
12. *I. d'Ans, E. Lax*; *Taschenbuch für Chemiker und Physiker*, 1949, Berlin.
13. *Keinath*; *ATM. I 241—1* (1933. jan.).
14. *Lieneweg*; *ATM. I 023—4.* (1949. okt.).
15. *De Groot W.*; *Physica.* Vol. 16., p. 419., 1950.
16. *F. H. Danforth, W. H. Morgan*; *J. Appl. Phys.* Vol. 21., 1950. febr.
17. *Karsa Béla*; *Villamos mérések.* 1950, Budapest.
18. *DIN 43710...* 13.
19. *Kulbus, Kalinin*; *Precizionaja industria.* 1933, Moszkva.
20. *Stachó Tibor*; *Felsőbb mennyiségtan.* 1942, Budapest.
21. *Kandüba V. V.*; *Izvesztija Akadémii Nauk.* 1948., december.
22. *Krönert*; *Messbrücken und Kompensatoren.* 1935, München.
23. *MNOSZ.* 808.
24. *Keinath*; *Elektrische Temperatur-Messgeräte.* 1923, München.
25. *Biztonsági szabályzat erősáramú villamos berendezések számára.* 1939, Budapest.
26. *Hütter*; *Helios Bd. 37.* (1931) S 28., Bd. 38 (1932) S. 119.
27. *Harrison-Foote*; *J. AIEE.* 1920, febr. 20.
28. *Csiornogolov A. I.*; *Zavodszkaja Laboratorija,* 1949, február.
29. *MNOSZ 11297...11297* (szabványtervezet).
30. *Sasvási K.*; *Fénytani hőmérsékletmérés.* 1947, MTI, Budapest.

A beton tömörítése vibrálással

SZIKSZAY GERŐ

1. Bevezetés. A vibrálás célja és jelentősége

A friss beton, amikor a formába betöltik, tele van lézagokkal, légbuborékokkal. A betonra csak a nehézségi erő hat és ennek vízcementtényezője csekély, merev betonok esetén tehát nem elegendő ahhoz, hogy az egyes szemcsékre ható külső és belső erőket — tehát az egyes szemcsék között a súrlódást, a cementtej viszkozitását, a felületi (kapilláris) erőt — legyőzve lézagtalan tömör anyag keletkezhessek.

Nagy vízcementtényezőjű és ennél fogva csekély szilárdságú betonnál ezek az erők kiesik, ezért a beton különleges behatások nélkül is könnyen kitölti a formát.

Kevésbé híg, plasztikus betonnál a tömörödés nem következik be magától, ezért kezdetben döngöléssel igyekeztek a beton tömörségét biztosítani. A szárazabb, földnedves betonnál azonban még ez sem bizonyult elegendőnek. Gyors ütemben következő ütésekre, lengésekre van szükség, ezek hatására a beton folyóssá válik, a formát jól kitölti s gyorsan és tökéletesen tömörödik.

A gyorsan ismétlődő lökések vagy mechanikai lengések sorozatát *vibrálásnak* nevezzük. A beton vibrálással való tömörítésének kedvező hatásáról Abrams már 1910-ben tett említést, de a bedolgozásnak ezt a módját csak a 20-as években kezdték a gyakorlatban alkalmazni.

Időközben szakkörökben ismertté vált, hogyha a régebbi döngölés helyett vibrálást alkalmaznak, akkor a beton szilárdsági és egyéb tulajdonságai nagy mértékben javulnak, s a

bedolgozás lényegesen gyorsabban és gazdaságosabban hajtható végre.

Ennek folytán a 30-as évektől kezdve a beton bedolgozásának ez a módja nagy fejlődésnek indult és egymás után születtek meg a különféle típusú vibrátorok.

A vibrálással kapcsolatos elméleti és gyakorlati kutatások azonban csak 1935. körül indultak meg és a háborús félbeszakítás után 1946. körül folytatódtak. Ezek a — részben átfogó — kísérletek a beton különböző tényezői és a vibrálás között több összefüggést tisztáztak, mégis nagy bizonytalanság uralkodik, főként hazánkban, hogy milyen az ideális vibrátor. Ennek folytán hiányzanak a különböző céloknak teljes mértékben megfelelő vibrátorok.

Vibrátorokat nagytömegű beton bedolgozására a Szovjetunióban 1932—1937. között alkalmaztak a Moszkva—Volga-esatorna építésénél, ahol 1,5 millió m³ betont használtak fel.

Már akkor megállapították, hogy a vibrálással kb. 10—20% cementmegtakarítást lehet elérni, azonos szilárdság mellett, a vibrált beton nagyobb kezdeti szilárdsága következtében pedig az építményeket gyorsabban lehetett kiszaluzni, és így az építkezés meggyorsítása mellett még kb. 30% munkaerőt is megtakarítottak.

Az utóbbi években mind jobban terjed az előregyártott és előrefeszített elemek készítése, mert rendkívül gazdaságosak. Ezek az elemek különösképpen jó minőségű betont kívánnak. A tapasztalat szerint a nagyszilárdságú, tehát kis vízcementtényezőjű betonok előállításának elengedhetetlen feltétele a jó bedolgozás.

A beton vibrálásával kapcsolatos kutatást rendkívül megnehezíti, hogy *sokféle változó* hatást kell figyelembe venni. Ezek két csoportra oszthatók:

1. a beton anyagától függő tényezők:

- a) a vízcementtényező,
- b) a cementadagolás és a cementminőség,
- c) az adalékanyag szemszerkezete, maximális szemnagysága — és
- d) az adalékanyag minősége.

2. A bedolgozás módjától függő tényezők:

- e) a vibrálás ideje,
- f) a vibrálás amplitúdója, frekvenciája és ezek alapján a gyorsulás,
- g) a vibrálás iránya,
- h) az elő- és utóvibrálás hatása,
- i) alakí tényezők.

Mindezek a tényezők több-kevesebb befolyást gyakorolnak a beton szilárdsági és egyéb tulajdonságaira.

A rendelkezésre álló irodalom, valamint a hazai tapasztalatok alapján megállapítható, hogy e tényezők befolyásáról, valamint a „jó vibrátor”-ról a vélemények nem egyformák. Határozottan csak az állítható, hogy *jó az a vibrátor, amely a rendelkezésre álló betont gyorsan, szétosztályozás nélkül tömörre teszi, és ennek folytán nagyszilárdságú beton keletkezik.*

Az előbbi, igen tág meghatározást mégis ki lehet egészíteni azzal, hogy a megfelelő vibrálás következtében nemcsak a

törő- és húzó-hajlító szilárdság nő, hanem a kúszás és a zsugorodás is csökken, a rugalmassági modulus nő, a kopási ellenállás nő, az acél és beton közötti tapadási szilárdság nő, a fagyállóság és a téli betonozás lehetősége javul, a vízáteresztőképesség csökken és természetesen a fajlagos munkaerőfelhasználás lényegesen kevesebb.

Már ezen a helyen rá kell mutatni arra, hogy ilyen kedvező eredmények csak földnedves vagy gyengén plasztikus betonoknál várhatók (roskadás legfeljebb 2—5 cm), továbbá hogy e hasznos hatások csak a vibrátor szakszerű alkalmazása és a beton gondos kezelése (azonos kiindulási anyag, pontos mérés, szétosztályozódás nélküli adagolás stb.) esetén érvényesülnek.

Mindezek betartása esetén azonban egész jelentős cement-, acél-, anyag- és munkaerő-megtakarítás érhető el.

2. Lengéstani összefüggések

Mielőtt a vibrálással kapcsolatos jelenségeket részletesebben ismerteteném, szükségesnek tartom a *műszaki lengéstan* erre vonatkozó részét egész röviden összefoglalni.

A vibrátorok hatásosságának elbírálása szempontjából az alkalmazott *lengésszám*, a teljes kilengés, tehát az *amplitudo* kötszerese, valamint a lengésszám és kilengés hatására létrejövő *gyorsulás* van jelentőséggel.

A jelenleg használatos vibrátorok legtöbbjénél a vibrálást, tehát a vibrátor gerjesztését, forgó excentrikus tömeg végzi. Ez a tömeg forgó irányú centrifugális erőt fejt ki, amelynek nagysága

$$G = \frac{G \cdot r \cdot n^2}{90\,000} \text{ kg}$$

ahol a G az excentrikus tömeg súlya kg, r az excentrikus tömeg külpontossága cm, n a percnkénti fordulatszám.

A centrifugális erő következtében a vibrátor harmonikus lengőmozgást végez, és ezt átadja a beton szemcséinek. A szemcsék nyugalmi helyzetükből kilendülnek: ennek nagysága az amplitudo, a cm.

A lengés amplitúdójának nagysága (pl. vibrátorasztal esetén) arányos az excentrikus tömeg külpontosságával, tömegével, és fordítva arányos az asztal tömegével. Tehát

$$a = r \frac{m}{M}$$

Közelítő számításoknál ez a képlet, amely a rúgók hatását és a csillapítást nem veszi figyelembe, nyugodtan alkalmazható.

A harmonikus lengés közben az egyes szemcsék, vagy a vibrátor részei először felgyorsulnak bizonyos maximális sebességre, melynek nagysága

$$v = \frac{a \cdot n}{9,55} \text{ cm/mp},$$

majd lelassulnak, hogy az ellenkező irányban induljanak el. A gyorsulás legnagyobb értéke

$$b = \frac{a \cdot n^2}{91} \text{ cm/mp}^2$$

ezt a gyorsulást a nehézségi gyorsulás $g = 981 \text{ cm/mp}^2$ többszörös értékével szokták kifejezni.

$$b_g = \frac{1 \cdot 1 \cdot a \cdot n^2}{10^5}$$

Ez az az érték, amelynek nagysága jó vibrálás esetén 4 felett van. Tehát pl. ha $n = 3000/\text{perc}$, akkor $b_g = 100 \times a$, vagyis az amplitúdónak

0,04 cm, ill. a teljes kilengésnek 0,08 cm felett kell lennie.

A lengésszám, a kilengés és a gyorsulás közötti összefüggést az 1. ábrán mutatjuk be.

Pneumatikus vibrátorok esetén hasonló módon a dugattyú sebességének és tömegének van jelentősége.

E cikk terjedelme nem engedi meg, hogy a vibrálás minden tényezőjét és az utóbbi évek folyamán bekövetkezett nagyfokú fejlődést részletesen ismertethesse. Erre vonatkozóan a Szovjetunióban és máshol megjelent könyvek (l. felhasznált irodalom) adnak tájékoztatást. Ézönt csak néhány — véleményem szerint jelentős kérdést fogok kiragadni, különös tekintettel az előregyártás és előrefeszítés szempontjaira.

3. A bedolgozhatóság, konzisztencia és állékonyság mérése

Ismeretes, hogy a beton szilárdságnövelésének legegyszerűbb módja a vízcementtényező csökkentése.

Minél hatásosabb a vibrátor, annál kisebb vízementtényezőjű, tehát annál merevebb betont lehet vele tömöríteni. Ezért szükség van olyan eljárásokra, melyek segítségével egyrészt elbírálható, hogy alkalmazható-e a vibrátor a bedolgozandó betonhoz, másrészt a rendelkezésre álló vibrálási lehetőséghez kiválasztható a legmegfelelőbb összetételű beton.

A beton konzisztenciájának (folyóosságának) mérésére többféle módszer ismeretes. A fontosabbak a következők:

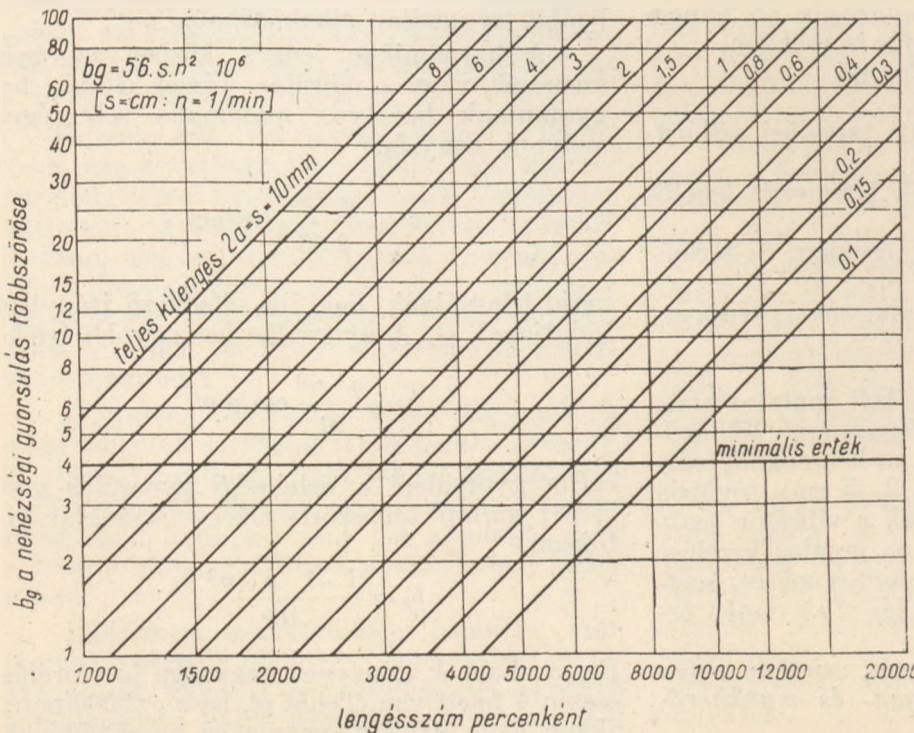
- A beton rázás nélküli roskadásának meghatározása MNOSZ 934. szerint.
- A beton folyóosságának rázóasztalon történő meghatározása MNOSZ 934. szerint.
- A behatolási mérőszám.
- A Szkrantajev-, (Powers-) vagy Vebe-féle készülék.

Az első három módszer meglehetősen ismert, de különösen az *előregyártásnál* alkalmazott *földnedves* és csak megfelelő vibrálással bedolgozható betonoknál nem elég eredményes. (Kúproskadás, szétterülés egyáltalán nem következik be.)

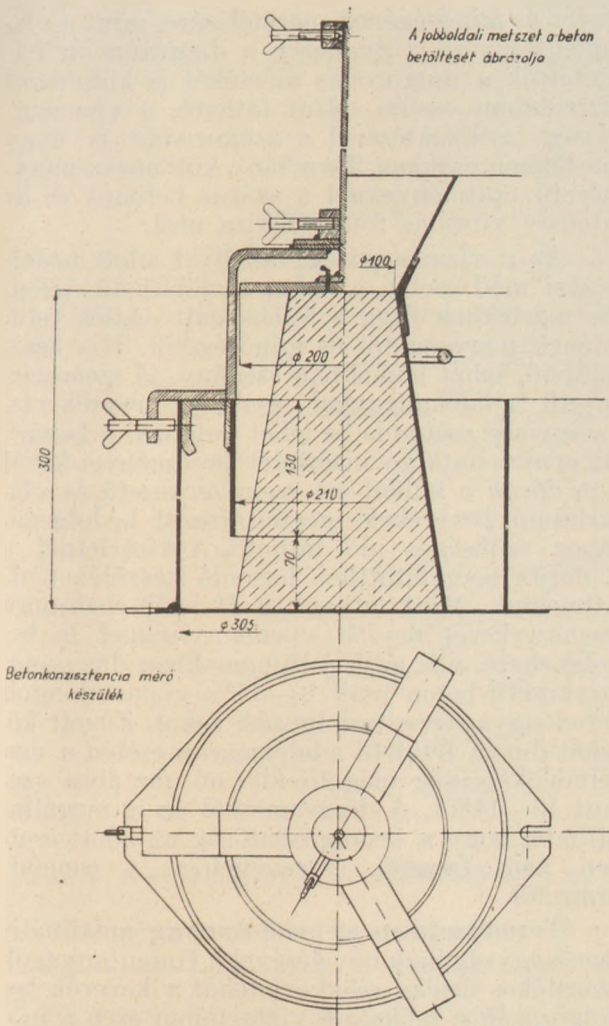
Ezért új vibrálással egybekötött rendszerre volt szükség.

Szkrantajev, Powers és Vebe névéhez fűződik a megfelelő, egymáshoz lényegükben hasonló készülékek kikísérletezése. Az egyszerű szerkezetet a 2. ábrán mutatjuk be. A készüléket úgy alkalmazzuk, hogy (a kép jobboldalán ábrázolt) kúpos formát a tölcsér segítségével három rétegben, a rétegeket tíz könnyű ütessel tömörítve megtöltjük.

Ezután a formát óvatosan leemeljük, majd a rajz baloldalán ábrázolt tányért a beton felületére engedjük. Ezután bekapcsoljuk a készülék alatt álló hozzá tartozó vibrátor-asztalt, amelynek lengésszáma percenként 3000, teljes kilengése pedig 0,4 mm (az előidézett gyorsulás a nehézségi gyorsulás többszörösében kifejezve $b_g = 2$). Stopperórával mérjük, mennyi idő szükséges ahhoz, hogy a beton-sonkakúp a rajz szerinti pogácsává alakuljon át. Ez az idő másodpercben kifejezve a bedolgozhatóság



1. ábra. A perckénti lengésszám, a kilengés és a gyorsulás közötti összefüggés.



2. ábra. Betonkonzisztencia-mérő készülék.

mértékére jellemző szám. Az alábbi táblázatban szovjet adatok alapján bemutatjuk a roskadás, a szétterülés és a Szkrantajev—Powerszámok közötti tájékoztató összefüggést.

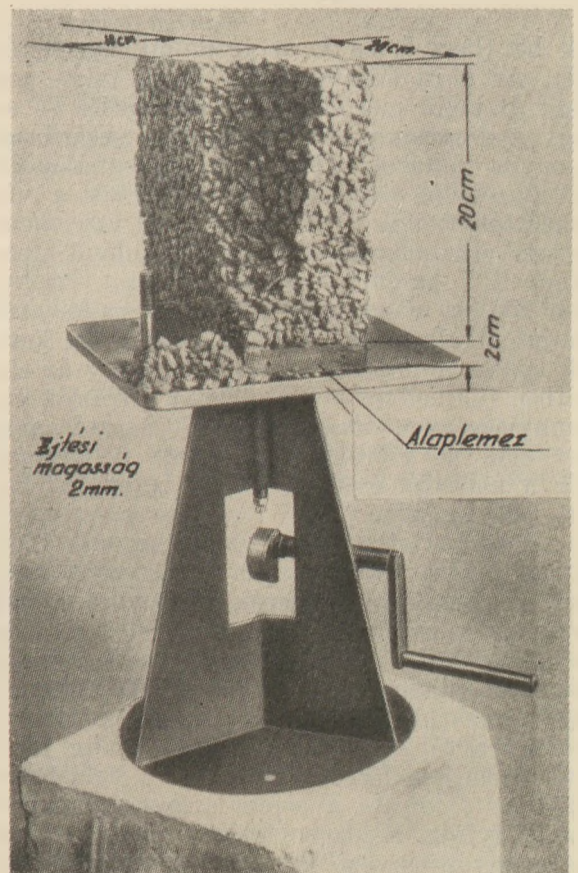
A keverék fajtája	Kúproskadás	Szétterülés	Powers—Szkrantajev
Gyengén földnedves	—	—	55
Földnedves	—	—	50
Gyengén plasztikus	1—4	41—30	40—50
Plasztikus	2—12	54—35	10—40
Erősen plasztikus	11—22	62—52	5—10
Öntött	21—26	66—60	—
Folyékony	20—24	—	—

A fenti módszerek a bedolgozhatóság fokának megítélésére egymagukban nem adnak tökéletes eredményt. Szükség van személyes megfigyelésre és tapasztalatra is. A beton jó bedolgozhatóságát az mutatja, hogy könnyű vele dolgozni, hogy a beton — függetlenül folyósságától — könnyen és tömören tölti ki a formát, a szállítás alatt nem rétegeződik, a vizet jól tartja. A folyósság megállapításakor tehát személyes megfigyelés alapján tájékozódhatunk: a kúp tömörítése közben az legyen

a benyomás, hogy a kúpot mintegy jól mozgó habares tölti ki, s a kúp leemelése után az anyag nem folyik szét, a vizet nem ereszti és egyenletesen ülepedik le.

Különösen előregyártás, valamint beton falazó- és födemelemek előállításánál nagy jelentősége van annak, hogy az elemet — alaplemezen vagy a forma fenekén hagyva — készítés után rögtön kiszalasztassuk, ill. a forma oldallemezeit eltávolíthassuk. A betonelem és forma alakjának megfelelő kiképzése, valamint megfelelő összetételű beton és vibrálás alkalmazása esetén a friss betonelemet az alaplemezzel együtt óvatosan szállítani is lehet. El kell tudni bírni tehát a friss beton „állékonyságának” mértékét.

Erre a célra a 3. ábrán bemutatott készülék szolgál. Ennél a betont — a szokásos kockasablonoknál karesőbb — 20 × 20 × 10 cm méretű formába töltik és a gyártás menetével azonos módon tömörítik. Ezután a sablont az ábrán bemutatott rázóasztalra helyezik, az oldalakat leveszik, és megvizsgálják, hogy hány „ejtést” áll ki, a hajtókar hányszori lassú körülfordítását bírja ki az elem anélkül, hogy észrevehető alakváltozást szenvedne. Az ejtési magasság 2 mm. A tapasztalat szerint 4—8 „ejtést” kell az elemnek kibírnia, ha oldalfalak nélkül az érlelőhelyre vagy pl. a gőzölőbe akarják szállítani.

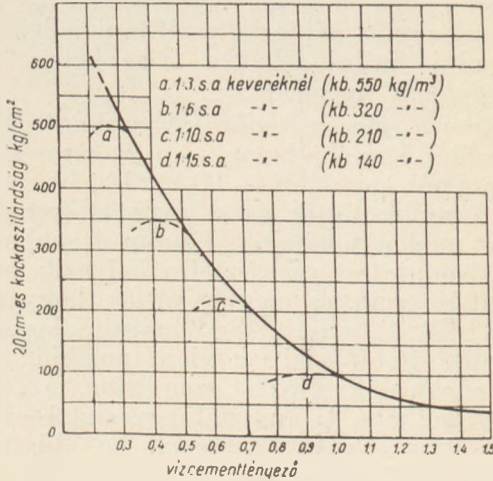


3. ábra. A beton állékonyságának vizsgálatára szolgáló készülék.

4. Vízmennyiség, szemszerkezet, adalékminőség

A beton anyagától függő tényezők hatásán ezen a helyen éppen csak érinthetjük mint-hogy ezeket a kérdéseket a korszerű, új beton-könyvek részletesen tárgyalják. De a vízcementtényező, a szemszerkezet és az adalékanyag különösen nagy fontosságára való tekintettel mégis fel kell hívniuk a figyelmet ezekre a kérdésekre.

A 4. ábrán a vízcementtényező csökkentésének a szilárdságra gyakorolt hatását mutat-



4. ábra. A vízcementtényező és a szilárdság közötti összefüggés.

juk be (lásd 5. és 1. az irodalmi ismertetésből). Az ábra érdekessége — ami talán nem ment át kellő mértékben a köztudatba — az, hogy a diagramm szerint a beton szilárdsága bizonyos határok között a cementadagolás mennyiségétől nem függ, hanem csak a vízcementtényező alkalmazása esetén a szóbanlévő kísérletnél 210 kg/cm² betonszilárdságot kaptak, akár 250 kg/m³-es, akár 400 kg/m³-es keverési arányt alkalmaztak. A különbség a két keverék között mindössze annyi volt, hogy az első esetben földnedves betont kaptak (keverék vízmennyiség az 5. ábra szerint 170 kg/m³), amelyet csak jó vibrálással lehetett bedolgozni, míg a második esetben folyós beton keletkezett (280 kg/m³).

A gyakorlatban tehát azért vagyunk kénytelenek magas keverési arányt választani, mert csak meghatározott keverék vízmennyiségénél, vagy víz/szárazanyag-tényezőnél lehet a betont bedolgozni. Az adott vízmennyiséghez tehát megfelelő mennyiségű cementet kell adagolni, hogy ennek következtében a vízcementtényező ne legyen túl nagy, a szilárdság pedig kielégítő maradjon. Erre a megoldásra való tekintettel az 5. ábrán a cementarány, a keverék vízmennyiség, a vízcementtényező és a víz/szárazanyag-tényező közötti összefüggést tüntettük fel, minthogy különösen vibrált beton esetén a keverék víztartalom, vagy a víz/szárazanyag-tényező alkalmasabb a keverék terve-

zésére és minőségének megítélésére, mint a vízcementtényező. Ugyanezen a diagrammon feltüntettük a zsugorodás mértékét is különböző víztartalom esetén. Mint látható, a vízmennyiség csökkentésével a zsugorodás is nagy mértékben csökken. Ez a tény különösen nagyméretű építményeknél a száraz betonok és az intenzív vibrálás fontosságára utal.

Az a vízmennyiség, amellyel adott bedolgozási mód esetén a beton tömöríthető, jelentős mértékben függ a felhasznált adalék felületének nagyságától és minőségétől. Kis összefüggésű adalékanyagokkal csekély keverék vízmennyiség esetén is be lehet dolgozni a betont. Az erre vonatkozó kísérletek eredményei közül a 6. ábrán a különböző szemszerkezetű és víztartalmú keverékek meghatározott bedolgozáshoz szükséges idő látható. A kísérletnél a 2. ábrán bemutatotthoz hasonló készüléket alkalmaztak. Mint látható, a D jelű, elsőrangú szemszerkezetű 6—7% vízmennyiséggel is bedolgozható, míg az F jelű homokban dús szemszerkezetű beton csak 10—11% víztartalomnál éri el ugyanazt a bedolgozási fokot. Zúzott kő, tehát durva felületű adalékanyag esetén a vízfelvevőképesség még tovább nő (az ábra szerint 13—14%). A diagrammból az is megállapítható, hogy a bedolgozhatóság az adott esetben nem függött észrevehetően a cementaránytól.

Természetesen az adalékanyag maximális szemmagyságának növelésével a finom anyagok százalékos értéke csökken, tehát a keverék bedolgozásához szükséges víztartalom ezen a módon is csökkenthető, ami a szilárdság emelkedésében vagy a keverési arány csökkentésében juthat kifejezésre. Völgyzáró gátak 100—200 mm-es legnagyobb szemmagysággal és alacsony cementarányal készülnek.

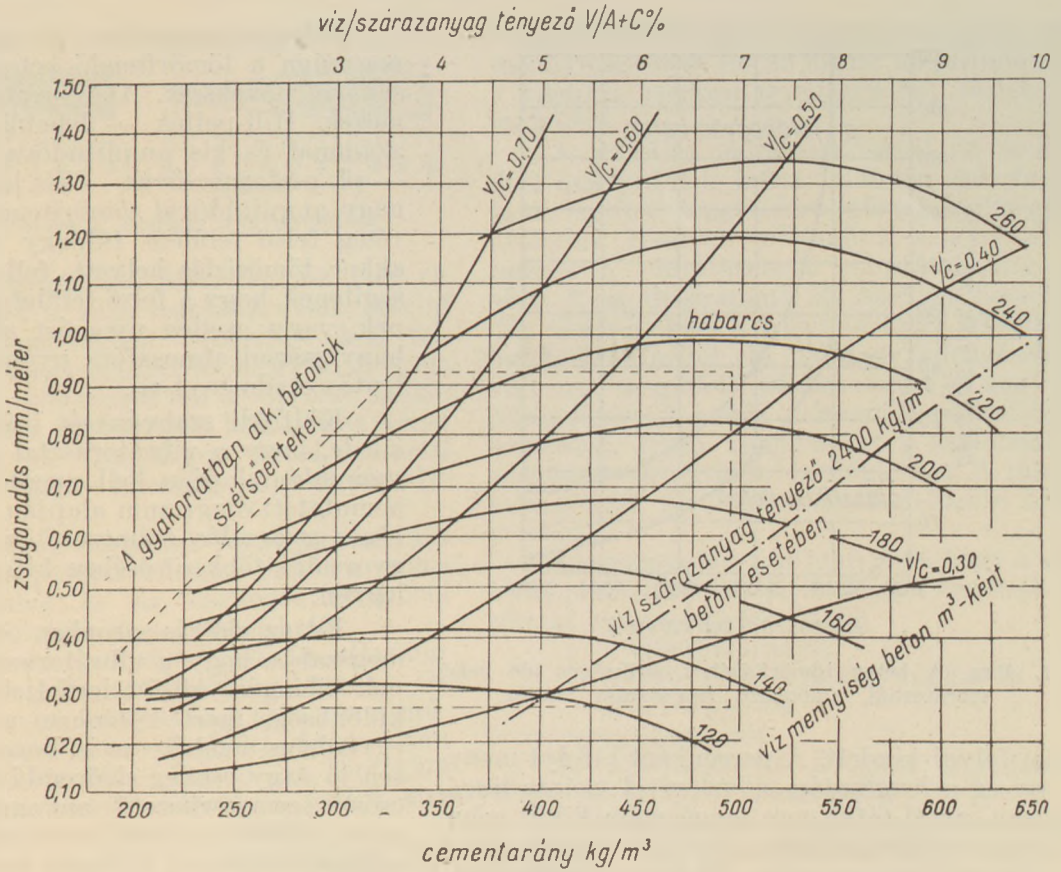
A 4. ábrára visszatérve hangsúlyozni kell, hogy az optimálnál kisebb víztartalom esetén rohamosan csökken a szilárdság, mert a betont nem sikerült kellőképpen bedolgozni. Tehát inkább valamivel több, mint kevesebb vizet használjunk.

A fentiek szerint tehát az előregyártás betontechnológusa először megállapítja, hogy milyen — természetesen csak elsőrangú — szemszerkezet alkalmazására van lehetősége. Kikísérletezi, hogy a rendelkezésre álló bedolgozási lehetőségénél mennyi keverék vízmennyiség szükséges a tömörítéshez, majd a 4. ábrán bemutatotthoz hasonló diagrammból leolvassa (vagy kikísérletezi) az elérendő szilárdsághoz szükséges vízcementtényezőt.

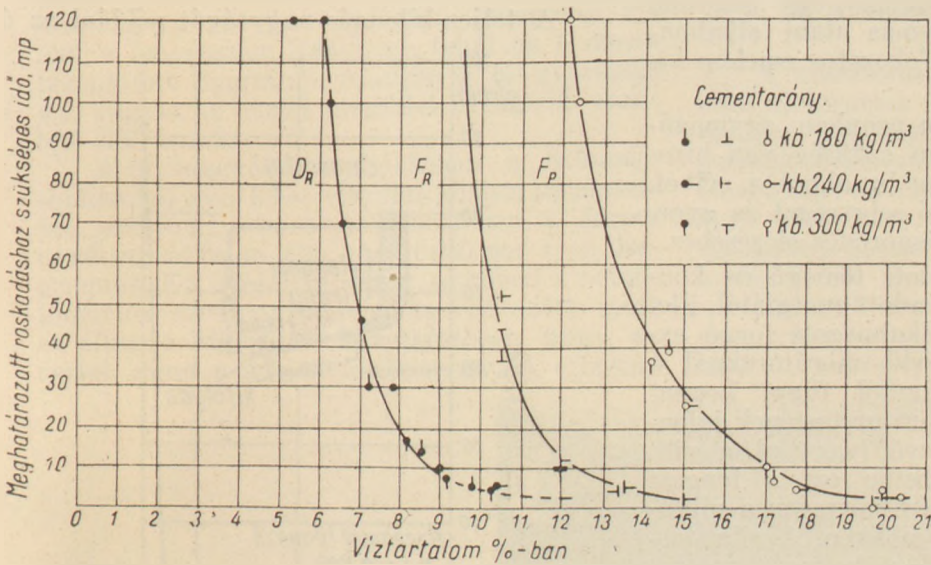
Végül a

$$C = \frac{V}{V/C}$$

képlet alapján kiszámítja a fenti feltételek teljesítéséhez szükséges cementmennyiséget.



5. ábra A cementarány, a vízcementtényező, a keverék vízmennyiség és a zsugorodás közötti összefüggés.



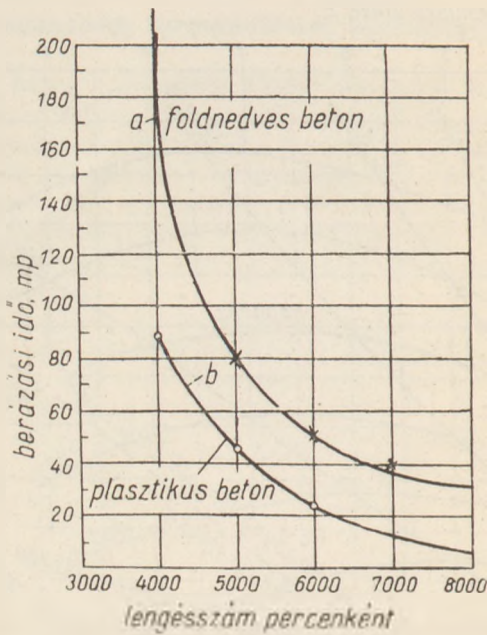
6. ábra. Összefüggés a keverék víztartalma, szemszerkezete és a bedolgozási idő között.

5. A bedolgozás módjától függő tényezők

Valamivel részletesebben ismertethetem a bedolgozás módjától függő tényezők hatását.

A vibrálás ideje, amplitúdója, frekvenciája és ezek alapján a gyorsulás szorosan összefüggő kérdések. A lengésszám emelésével nyilvánvalóan csökken a tömörítéshez szükséges idő. A kettő közötti összefüggést mutatja vibrálás esetén a 7. ábra. Látható, hogy a lengésszámnak 3000-ről 6000-re való emelése közben a szükséges idő rohamosan csökken, különösen

földnedves betonnal. 6000 felett durva adaléknál már nem olyan lényeges a lengésszám további emelése, de finom adalék esetén még lényegesen nagyobb lengésszám kívánatos. Erre utal a 8. ábra, amely a cementtej viszkozitásának csökkentését mutatja vibrálás esetén. Ennél a kísérletnél töleszerszerűen kiképzett, 1,9 mm átmérőben végződő üvegedénybe cementtejet öntöttek. Vibrálás nélkül a cső eldugult. Ekkor az edényt változtatható frekvenciájú vibrátorasztalra helyezték és a vibrátort bekapcsolták. A lengés következtében a cement-



7. ábra. A beton tömörítéséhez szükséges idő belső vibrátornál, különböző lengésszám esetén.

tej folyni kezdett. A percenként kifolyt mennyiség a lengésszám növelésével eleinte lineárisan, majd 6000/perc lengésszám körül rohamosan emelkedett. Ez a kísérlet igazolja azt a feltevést, hogy a beton tökéletes bedolgozásánál (a nagy szemcsék tömörítéséhez) egy kisebb és (a finom anyaghoz) egy nagyobb lengésszámú vibrátor egymás utáni alkalmazása, vagy a lengésszám fokozatos emelése kívánatos.

A magas lengésszám azonban egymagában nem elegendő, hanem szükség van bizonyos nagyságú kilengésre is, abból a célból, hogy a szemcsék elegendő sebességet és gyorsulást kapjanak a kellő tömörödés eléréséhez.

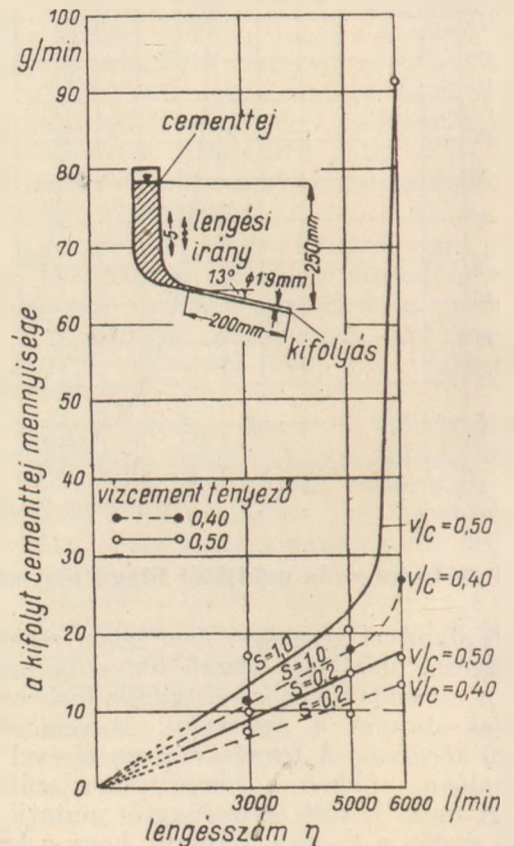
A teljes kilengés adott tömegű és konzisztenciájú betonnal a beadott energiától, illetőleg a leggyakrabban alkalmazott forgó excentrikus tömeggel működő vibrátoroknál a centrifugális erő nagyságától függ. Legnagyobb természetesen a vibrátor testének kilengése. A vibrátort körülvevő (vagy pl. a vibrátorasztalra helyezett) beton ezt a lengést csillapítja, ezért a kilengés nagysága a vibrátortól távolodva gyorsan csökken. A vibrátortól más-más távolságban lévő betonrétegek kilengését mérni majdnem lehetetlen, ezért a nyomáskülönbséget szokták megfigyelni a vibrált és nem vibrált állapot között ú. n. mérődoboz (Messdose) segítségével. Az egyik ilyen természetű vizsgálat szerint a 650 kg centrifugális erejű 4600/perc fordulatszámú belső vibrátornál a nyomáskülönbség attól 10 cm-re 0,25 kg/cm², 50 cm-re (ezt adta meg a gyár hatósugarul) 0,12 kg/cm², 70 cm-re 0,04 kg/cm²; ez megfelel kb. 1,2, 0,6 és 0,2 mm teljes kilengésnek. Ugyanekkor a beton felületén szabad szemmel kb. 30 cm sugarú körön volt a vibrátor hatása észrevehető.

Vibrátor-asztalokon a szükséges kilengés nagysága a tömörítendő betonrétegek vastagságával növekszik. Alacsony elemek — pl. lemezek, Hill-pallók — lehetőleg nagy lengésszámmal és kis amplitúdóval, magas elemek — pl. esaternacsövek — kis lengésszámmal, de nagy amplitúdóval tömörítendők. Ha a betonréteg felső felülete túlnagy amplitúdót kap, akkor tömörödés helyett fellazul. Ezen úgy segítenek, hogy a felső felületre ellensúlyt tesznek, vagy esetleg nyomást alkalmaznak. Néhány század atmoszféra nyomás már egész jelentős eredményt ad.

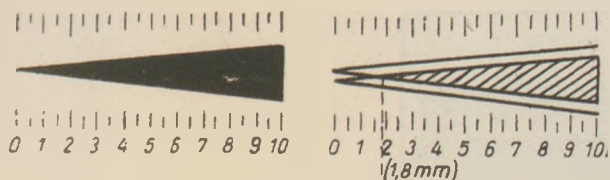
Külföldi szabványok irányelveként szögezik le, hogy a vibrátorasztal hatékonyságát a gyorsulás alapján kell megítélni, az 1. ábrán bemutatott diagram alapján, és hogy a szükséges gyorsulás számszerű értéke a nehézségi gyorsulás többszörösében kifejezve legalább 4 legyen.

Ez az előírás azonban ezenkívül azt is megszabja, hogy a vibrátorasztal egyes részeinek kilengése között legfeljebb 25% legyen a különbség, mert különben a tömörítés nem egyenletes. Szabály az is, hogy csak különlegesen jó vagy esetleg elsőrendű kihagyásos (lépcsős) szemszerkezetű anyaggal szabad dolgozni. Kitér továbbá a formák kivitelére és megerősítésére, a kilengés mérésére, a vibrátorasztalok hatásosságának megállapítására stb.

A teljes kilengés nagyságát például az ú.



8. ábra. A cementtej viszkozitásának csökkenése a vibrálás hatására.



9. ábra. Mérőék a kilengés megfigyelésére.

n. mérőék segítségével állapíthatjuk meg (9. ábra), amelyet a rajz baloldali része szerint természetes nagyságban elkészítve kell felragasztani a megvizsgálandó tárgyra. A szem tehetetlensége következtében a vibrátor működésekor az ábra jobboldalán bemutatott képet fogjuk látni. A függőleges vonal mellett számérték a teljes kilengés nagyságát adja mm-ben.

A frekvencia nagysága forgó excentrikus tömegekkel gerjesztett vibrátor esetén a motor fordulatszámából és az esetleges áttételből minden további nélkül megállapítható.

A 10. ábrán vasbetonaljgyártó vibrátor-asztról felvett diagrammokat mutatunk be. A viasszal bevont papírszalag, amelyre a műszer a lengéseket felrajzolta, másodpercenként 38 mm-rel haladt előre. Így a cm léptékkel összehasonlítva megállapítható a lengésszám és a nagytítás ismeretében a kilengés.

A középső sor 4—6 számmal jelzett diagramját az üres asztal középső és szélső pontjain vettük fel. Mint látható, az amplitúdó mindhárom helyen egyforma, mégpedig 0,4 mm, a lengésszám 3000/perc, tehát az 1. ábrán bemutatott diagramm alapján a b_0 gyorsulás 4,3, vagyis az asztal megfelel a fentebb említett előírásnak.

A tömeggyártási eljárásban a betonalj-sablonokat nem lehet vibrálás közben az asztalhoz erősíteni, ennek következtében a forma ugrál az asztalon (10. ábra felső sor 1—3 diagramm). Ez általában káros, egyrészt a beton-tömörítés szempontjából, másrészt azért, mert az állandó ütközések következtében mind az asztal, mind a sablon tönkremegy. A vibrálás

megindításakor rendszeren nem az egész beton-mennyiség veszi fel az asztal amplitúdóját, és a kilengés vektora is elmaradhat fázisban az asztalétól.

A vibrálás előrehaladásával az amplitúdók, amelyeket a beton felületén (pl. fatuskó és az említett lengésmérő műszer segítségével) aránylag könnyen mérhetünk, nagyobbak lehetnek a vibrátorasztal amplitúdójánál (10. ábra, 8. sz. diagramm). Ez azonban homokban dús keverékeknel a belső súrlódás következtében ritkán fordul elő. Túlnagy kilengések, kivált nem megfelelő szemszerkezet és nagy vízcementtényező esetén szétosztályozódáshoz vezethetnek. Ilyen kilengéseket a sablonnak az asztalon való ugrálása is előidézhethet. A túlnagy kilengésnek tömörítés helyett fellazító hatása is lehet.

A bevezetésben utaltunk arra, hogy a beton bedolgozásának módjától függő tényezők között az ismertettekén kívül

- a vibrálás iránya,
- az elő- és utóvibrálás hatása és
- alaki tényezők

is szerepet játszanak.

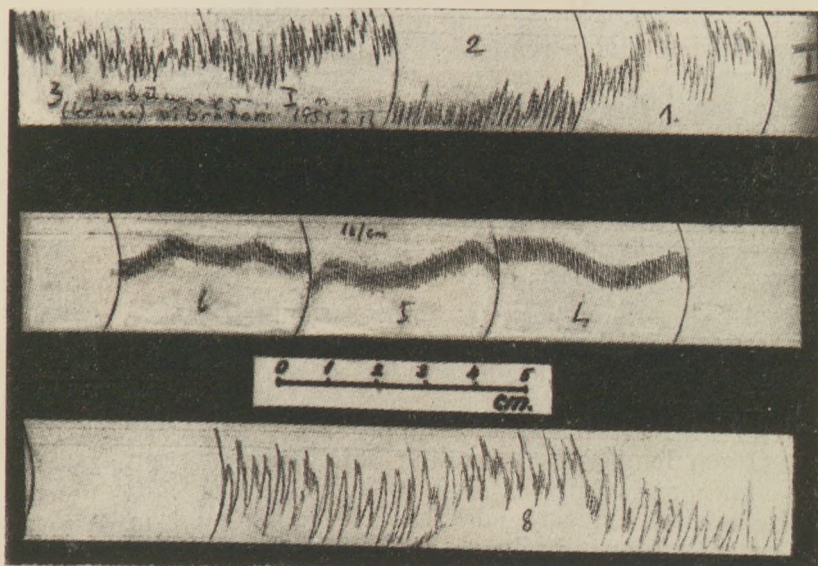
Az utóvibrálásról a hazai irodalomban Weiss adott rövid beszámolót.

A többi tényező kérdése még nem eléggé tisztázott, s így ismertetésük későbbi időpontra marad.

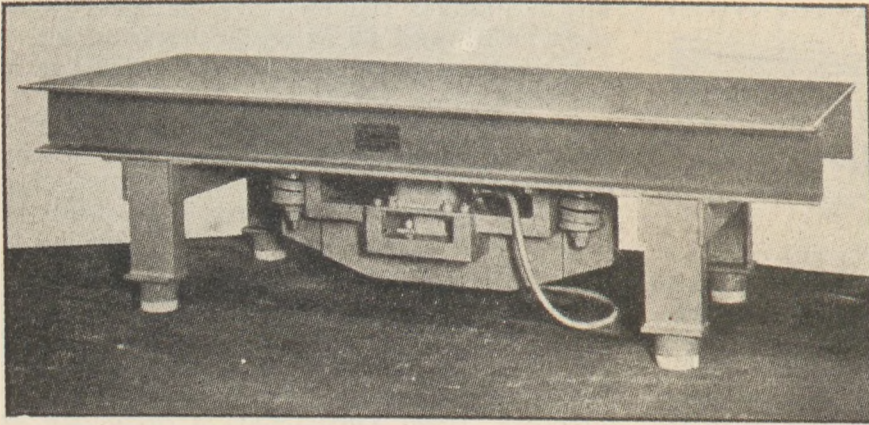
6. A vibrátor-asztrók gerjesztése

A vibrátorasztalok gerjesztése túlnyomórészt elektromos meghajtású forgó excentrikus tömegek segítségével történik. Újabban alkalmaznak elektromágneses vibrátorasztalokat is, amelyeknél az alátámasztó rúgókat a 3000/perc vagy 6000/perc lengésszámú gerjesztéssel a rezonancia közelébe hangolják és így a teljesítményfelvétel kisebb.

Előnyük továbbá a forgó alkatrészek hiánya, valamint az, hogy több vibrátoregység minden nehézség nélkül fázisban járatható.



10. ábra. Vasbetonalj-gyártó vibrátor-asztról felvett lengésmérési diagrammok.



11. ábra. Elektromágneses vibrátor-asztal.

Ennek ellenére hazánkban csak kevés helyen alkalmazzák (11. ábra).

Pneumatikus berendezéseket a gyenge hatásfok miatt előregyártásnál nem alkalmazzák.

A forgó excentrikus tömegű gerjesztés lényegében kétféle:

- a) *Egyszerű forgó excentrikus tömeg* (12/a ábra). A vibrálás folyamán az asztal és a beton minden egyes része kis körpályákat ír le. Ennek döntő hátránya, hogy a szabadon az asztalra helyezett test az egy irányban érvényesülő súrlódás következtében lecsúszik róla, ill. a formába helyezett beton a forma egyik felében igyekszik összegyűlni. Ezt a *szállítóhatást* használják ki egyébként a lengővályúk és szállítócsatornák alkalmazásánál.
- b) *Két szembeforgó excentrikus tömegű gerjesztésnél* (12/b ábra) az asztalra és a betonra a centrifugális erőnek csak függőleges összetevői hatnak. Itt a két tengely fogaskerék útján kényszerkapcsolatban van. Sajnos, ez a megoldás nagy fordulatszámok esetén nehézségeket okoz.

Arra vonatkozóan, hogy a beton tömörödése szempontjából melyik rendszer előnyösebb, nincsenek adataink, de újabban csaknem kizárólag az utóbbi rendszerű vibrátorokat alkalmazzák.

Ilyen vibrátorasztal gerjesztő egységét mutatjuk be a 13. ábrán. A centrifugális erő, ill. az amplitúdó nagysága az excentrikus tömegeknek az ábrán bemutatott előállításával változtatható. A 14. ábrán az említett gerjesztőegységgel működtetett nagyteljesítményű 5 m-es vibrátorasztalt mutatjuk be.

Az ilyen nagyméretű vibrátorasztaloknál különös gondot kell fordítani arra, hogy a kilengés nagysága az asztal minden részén azonos legyen, és hogy *lengési csomópontok* ne keletkezzenek.

Ilyen lengési csomópontok keletkezését a 15. ábrán mutatjuk be, ahol az 5 m hosszú előrefeszített típusgerendát kb. 1,5 m hosszú vibrátorasztalon vibráltunk. A lengési csomó-

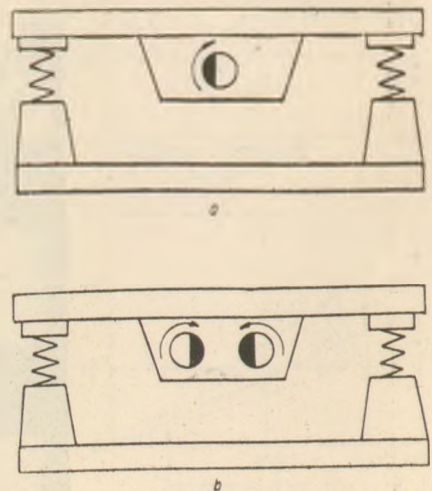
pont helye kiszámítható (l. 8. sz. az irodalmi ismertetésből) és a számítottól mindössze 10%-kal tért el. Mint látható, a esomópont helyén a beton nem tömörödött, hanem szivacsos maradt.

Az esetleges rezgési esomópontok helyét lengésmérő műszerrel lehet megtalálni, de ennek hiányában kevés vízzel töltött tállal is eredményt érhetünk el. A vizes tálat a vibrált elemhez szorítjuk és hosszában végighúzzuk. A víz felülete a rezgéseket felnagyítva mutatja, a esomópont közelében pedig nyugalomban marad.

Különösen vigyázni kell arra, hogy ilyen esomópont a betonelemben fellépő legnagyobb nyomaték helyén (általában középen) ne keletkezzenek.

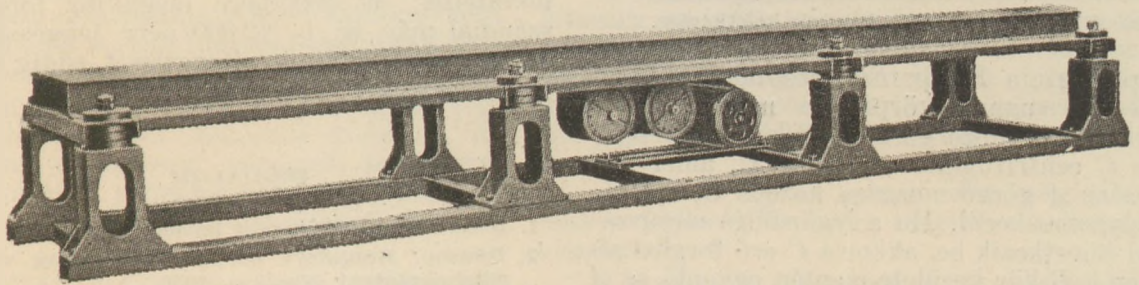
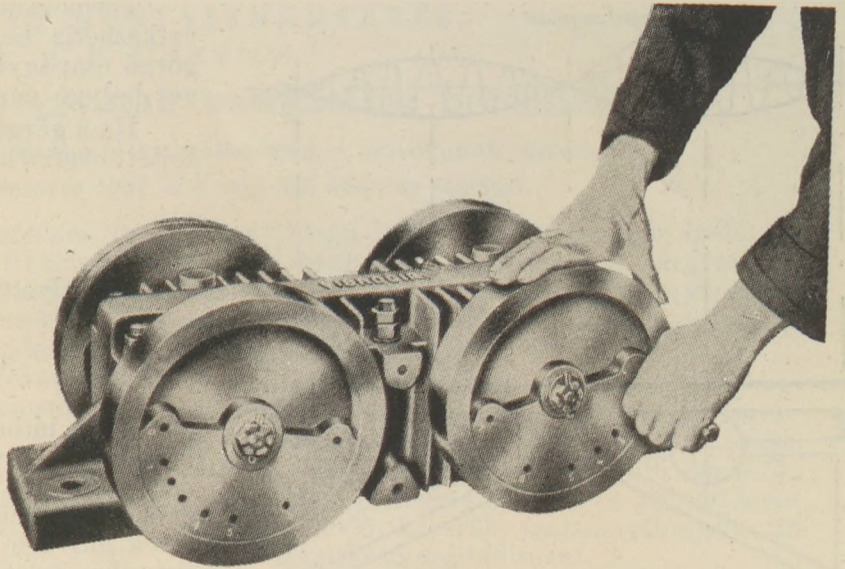
A esomópontok vagy általában kevésbé tömörödő helyek elkerülését célozza az ismeretett külföldi előírás, amely szerint a vibrátorasztal felületén a kilengéseknek annyira egyformának kell lenniök, hogy a maximális eltérés 25%-on belül legyen.

Hosszú elemeket készítő vibrátorasztalokat az egyenletes lengés elérése céljából több gerjesztőegységgel is szoktak felszerelni. Ebben az esetben az egyes vibrátoroknak *feltétlenül*



12. ábra. Egyszerű és két szembeforgó tömeggel gerjesztett vibrátor-asztal.

13. ábra. Vibrátor-asztal gerjesztőegysége.



14. ábra. Nagyteljesítményű vibrátor-asztal.

szinkron kell járniok, mert különben szükségképpen csomópontok keletkeznek, és a lengés képe például a 16. ábra szerint alakul ki.

A legnagyobb vibrátorasztal, amelyet tudomásunk szerint eddig készítettek, 8 m hosszú és 1,8 m széles. A gerjesztőegységek, profilok és alátámasztások megfelelő elhelyezésével sikerült elérni, hogy a fenti követelmény betartható volt.

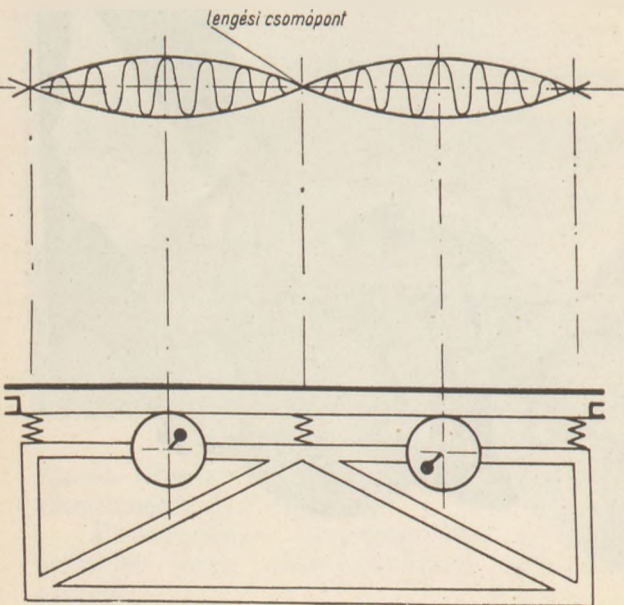
A mechanikus vibrátorok különleges faj-

tája az ú. n. *svéd- vagy bolygórendszerű vibrátor*. Minthogy ez a szerkezet hazánkban keltezőképpen még nem ismeretes, működési elvét röviden ismertetjük (17. és 18. ábra).

Az r_a sugarú A -jelű, különleges minőségű edzett görgő S_a súlypontja körül az a nyíllal jelzett irányban forog, és eközben a B csőhöz képest ú. n. bolygómozgást végez, azaz a B cső belső kerületén a b nyíllal jelölt irányban leforgó. Eközben a görgő S_a középpontja



15. ábra. Lengési csomópontok hatása.



16. ábra. Lengési csomópontok keletkezése.

(súlypontja) a B kör S_b középpontja kerül $r = r_b - r_a$ sugarú körpályán mozog. Az r sugarú körön forgó görgő a B kör belső felületére C centrifugális erőt fejt ki, amelynek iránya az A görgő mozgása közben C, C_1, C_2, C_3 helyzetbe kerül. Ha a legördülés elesűzás nélkül következik be, akkor a C erő forgási sebessége a B kör kerülete mentén egyenlő az A kör kerületi sebességével. Ha az A görgő fordulatszámát n -nel, és a centrifugális erő irányának, tehát a S_a pont S_b pont körüli mozgásának fordulatszámát n' -nel jelöljük, akkor

$$n = \frac{2\pi r_a n}{60} = \frac{2\pi r n'}{60} = \frac{2\pi n'}{60} (r_b - r_a)$$

ebből

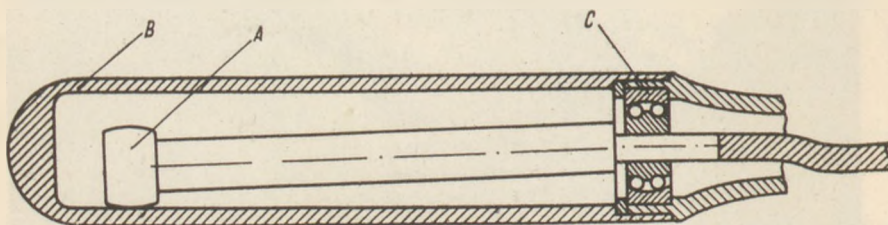
$$n' = \frac{r_a n}{r_b - r_a} = \frac{n}{\frac{r_b}{r_a} - 1}$$

A vibrátorra jellemző bolygómozgás, vagy másképp a kifejtett centrifugális erő irányának fordulatszáma tehát arányos a meghajtótengely fordulatszámával és függ az

$$\frac{r_b}{r_a}$$

viszonytól.

Ha $r_b = 2r_a$, akkor $n' = 1n$
 $r_b = 1,5r_a$ „ $n' = 2n$
 $r_b = 1,25r_a$ „ $n' = 4n$ és végül
 $r_b = r_a$ „ $n' =$ végtelen.



17. ábra. Svéd rendszerű vibrátor szerkezete.

Természetesen az utóbbi állapot nem következhet be, minthogy ebben az esetben a görgő csapágyként forog a csőben, és nem végez bolygó mozgást.

Ha a görgő súlya G , tömege $m = G/g$, a kifejtett centrifugális erő

$$C = m r \frac{(2\pi n')^2}{60}$$

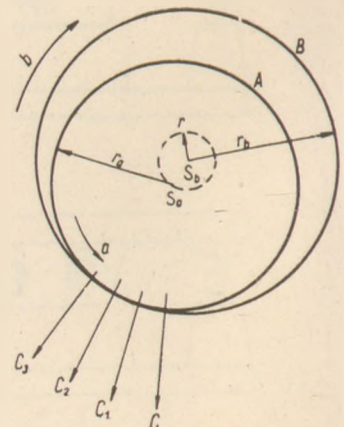
vagy behelyettesítve

$$C = m r_a \frac{(2\pi n)^2}{60} \frac{1}{\frac{r_b}{r_a} - 1}$$

Mint látható, a vibrátorok e fajtájánál a lengésszám egyszerű módon emelhető, kellemtelen áttétel vagy a motor fordulatszámának emelése nélkül. A gyakorlatban $r_b = 1,25 r_a$ érték alá nem nagyon lehet menni a nagy igénybevételekre és a melegeedésre stb. való tekintettel, de 3000/perc meghajtó fordulatszámánál már ez is 12000/perc lengésszámot ad. A vibrátor típus elterjedését eddig gyártási nehézségek akadályozták.

IRODALOM

1. Brannberger: Vibrováni betonu. Praha, 1952.
2. Djeszov: Kézikönyv beton bedolgozására vibrátor alkalmazásával. Moszkva, 1950.
3. Gersberg—Szorokev: Vasbetonelemgyárak, Moszkva—Budapest, 1952.
4. L'Hermite—Tournon: La vibration du béton frais. Ann. de l'Institut Technique du Batiment. Paris, 1948.
5. Hummel: Das Beton-ABC. Berlin, 1951.
6. Nyebolszin: Az építés korszerű technológiája. Moszkva—Budapest, 1952.
7. Ricouard—Barcelo: La vibration du béton. Paris, 1952.
8. Szikszy Gerő: A beton tömörítése vibrálással. M. T. I. Budapest, 1952.
9. Walz: Rüttelbeton. Berlin, 1948.
10. Walz: Verdichten von Leichtbeton durch Rütteln. Berlin, 1952.



18. ábra. Bolygó rendszerű vibrátor működési elve.

SZOVJET KÖNYVISMERTETÉS

A. P. ILJEVICS

A kerámiai- és üvegyárok mechanikai berendezései

(Mehanyicseszkoje oborudovaniye keramicseszkih i sztyekolnih zavodov)

Promsztroizdat, Moszkva 1952. 673 old., 355 ábra, 65 táblázat.

A nehéz fizikai munka gépesítésének folyamata a Szovjetunió kerámiai és üvegyiparában jelentős fejlődést mutatott fel, különösen a legutóbbi néhány év alatt. Az ezekben az iparágakban alkalmazott gépi berendezések a termelékenységét nagy mértékben fokozták és a termelés technikai kulturális színvonalát hatalmas fejlődésnek indították.

Iljevics könyve lényegében a kerámiai és üvegyárok gépészeti berendezéseinek enciklopédiája. Technikai tankönyvnek készült, és színvonala is ennek felel meg. A könyv előszava is hangsúlyozza azonban, hogy a könyvet egyetemi szinten is lehet tankönyvként alkalmazni, sőt az ipar mérnöki-technikusi dolgozói is hasznosan forgathatják.

A könyv közli a kerámiai és üvegyipar legkorszerűbb, valamint kevésbé korszerű, de széleskörben alkalmazott gépészeti berendezéseinek leírását. A gépekkel és aggregátumokkal kapcsolatban számítási eljárásokat is tartalmaz.

A könyv *első* fejezete a nyersanyagok fejtésére szolgáló gépekkel foglalkozik. Ismerteti az egykosaras exkavátorok néhány típusát, részletes műszaki leírásukat, energiaellátásukat és az üzemükkel kapcsolatos számítási eljárásokat. Ugyanilyen részletezésben tárgyalja a merítőkétrás, vedersoros kotrógépeket, földgyalukat, földmarókat, szkrépeket. Minden fejezet végén a tárgyalta anyaggal kapcsolatos rajz- és számítási feladatok, valamint az anyagra vonatkozó összefoglaló kérdések találhatók.

A *második* fejezet az aprító- és őrlőberendezéseket tárgyalja. Az aprítás elméletének és az aprítóberendezések felosztásának tárgyalása után foglalkozik a pofástörők, kúpostörők, hengerestörők, darálók, kollerjáratok, kalapáestörők, dezintegrátorok, dobmalmok, golyósmalmok elterjedt és normalizált típusainak leírásával, energiaszükségletük és teljesítménytényezőik kiszámítási eljárásaival.

A *harmadik* fejezet a fajtázó- és tisztítóberendezések leírását tartalmazza. A különféle mechanikus osztályozóberendezéseket, vibrátorokat, dobrostákat, szélfajtázókat, porleválasztókat és mágneses osztályozókat, majd a nedves úton történő osztályozás és anyagtisztítás gépészeti berendezéseit, üveghomokok flotáló-berendezéseit, a mosókat bő képanyaggal és részletes számítási eljárásokkal írja le.

A *negyedik* fejezet az adagoló berendezéseket tárgyalja. A tányéradagolók, a szektoros és csigaadagolók általános áttekintése mellett részletesen leírja az üvegvásztó kádmedencék

vékonyrétegű keverékadagolására szolgáló gépeket. Ugyanebben a fejezetben tárgyalja a mérlegeles és a súly szerinti adagolás gépészeti berendezéseit is, például a hídmérleget és az automatikus mérlegfajtaikat.

Az *ötödik* fejezetben a könyv a nyersanyagok keverésére szolgáló gépészeti berendezésekkel foglalkozik. Tárgyalja a csiga-keverők, dagasztógépek, lassújárátú keverők, keverőkollerek, nedves keverők és sűrített levegővel működő keverők szabványtípusait, az ezekre vonatkozó számításokat.

A *hatodik* fejezet a nedves masszák továbbítására szolgáló szivattyúkat és a nedvességet eltávolító gépeket tárgyalja. Az iszapszivattyúk, szűrőprések, centrifugák tárgyalása után rátér a szárítódobok, légszárítóberendezések gépészeti kérdéseinek részletes ismertetésére.

A *hetedik* fejezet igen röviden, nagyjából, csak a teljesség kedvéért tárgyalja az anyagvágókat.

A *nyolcadik* fejezetben a könyv foglalkozik az épületkerámiai termékek formálására szolgáló gépészeti berendezésekkel. Általános gyártási vázlatok ismertetése után rátér a plasztikus massa formálására szolgáló gépek, csigaprések, valamint alkatrészeik, típusaik részletes ismertetésére, a számítási módszerekre. Ugyancsak részletesen tárgyalja a vákuumsajtókat és a magas nedvességtartalmú masszák nagy termelékenységgel történő formálására szolgáló berendezéseket. Ismerteti a szabványosított félautomata és teljesautomata levágóberendezéseket. A sajtolóberendezéseknél tárgyalja az excenter- és frikeiós sajtókat, a különböző típusú eserépsajtókat, valamint a felszárász eljárásnál alkalmazott különböző nagyteljesítményű revolverajtókat, hidraulikus sajtókat. Végül igen részletesen tárgyalja a Melija-prés konstrukcióját, részleteit és teljesítményszámítását. A könyvnek ez a fejezete a legterjedelmesebb.

A *kilencedik* fejezet a Szovjetunióban elterjedt kerámiai csempetisztító és glazírozóberendezés rajzát és rövid leírását adja.

A *tizedik* fejezet az építkezési célokra szolgáló üveget előállító gépeket tárgyalja. A sajtolás elméletének ismertetése után leírja az üvegtáblákat előállító kézi, félautomatikus részeket, a cseppentős-adagolók gépészeti berendezéseit, valamint megadja a PV-típusú körforgó cseppentős-adagolású teljesautomata prés gép igen részletes műszaki leírását. Ismerteti a szalaghűtők meghajtásának és automatikus hőszabályozásának gépészeti kérdéseit.

Ugyanez a fejezet részletesen foglalkozik a táblaüveggyártásra szolgáló húzógépekkel, a VVSz (nálunk Fourcault) néven ismeretes gépek részleteivel, valamint a húzássebesség gyorsítása céljából rajtuk végrehajtható változtatásokkal. Ismerteti a vertikális húzási eljárással működő GVSZ-típusú gépet, valamint az öntött síküveg előállítására szolgáló GSZKB- és Miller-típusú szabványgépeket, s részletes teljesítményszámításait. Ismerteti továbbá a síküveg elvágására és levágására szolgáló gépeket, pl. a Titov-féle letörőgépet és a VVSZ-gépeknek a vertikális esőhúzásra

történő átalakítási módszereit, a Koroljev-féle esőhúzó-berendezéseket és a TG-típusú, nálunk Danner-típusnak ismert esőhúzó-berendezést.

A *tizenegyedik* fejezet foglalkozik a síküveg csiszolására és polírozására szolgáló gépekkel, különösen pedig a táblaüveg csiszolásának legkorszerűbb gépeivel, a konvejer-csiszolóasztalok gépészeti kérdéseivel.

A könyv a magyar építőanyagipari műszaki értelmiség számára is nagyjelentőségű a gépészeti kérdéseknek, a műszaki fejlesztés gépészeti problémáinak megoldásánál.

Golyósmalom előkapcsolt zúzóművel

BEKE BÉLA

Válasz az „Építőanyag” 1953. évi 2. számában feltett 10. kérdésre

Az aprítási folyamatokról leggyorsabban a Rittinger-törvény alkalmazásával tájékozódhatunk, amelynek értelmében a keletkező felület-többlet tudvalevőleg arányos a befektetett energiával.

Meg fogjuk ezért vizsgálni, hogyan alakul a golyósmalmoknál a felületképzés, és hogyan változik zúzómű előkapcsolása esetén. A golyósmalmok felületképzése — mint minden aprítómű — a bevezetett hajtóenergiának az örölt anyagra vonatkozó felületegyenértékét képviseli (m^2 felületképzés/bevezetett kWóra); e számértéket az anyag tulajdonságai mellett az őrlőberendezés alkalmassága, az őrlési határfok is befolyásolja.

A gyakorlatban a teljes felületképzést mint a mért vagy számított fajlagos felület (cm^2/g) és a súly szorzatát fogjuk megállapíthatni.

A golyósmalom teljesítőképességének határát (az időegységben, pl. óránként előállított új felület) a malom méretezésével megszabott maximálisan felvehető hajtóerő korlátozza. Az időegységben megörörlhető mennyiség pedig mint a felületképzés és a fajlagos felület hányadosa adódik: $kg/óra = 10 \cdot m^2/óra : cm^2/g$. Ha a malmot előzúzóval dolgoztatjuk együtt, a malom finomabb szemcsézetű anyagot kap, a fajlagos felület növelésének kezdő fázisát az előzúzó veszi át. A malom változatlan felületképzése a fajlagos felület-többletnek megfelelően nagyobb anyagmennyiségen mutatkozik: a malom teljesítménye megnő.

Kimondhatjuk tehát, hogy előzúzó alkalmazása esetén a malmok nagyobb teljesítményével számolhatunk.

A következőkben e teljesítménynövekedés mérvéről igyekszünk tájékozódni.

Első közelítésben tegyük fel, hogy a feladott anyag csupa egyenlő nagyságú d méretű kockából áll, az előállítandó őrlemény átlagos szem nagysága legyen δ . Allapítsuk meg a tér-

fogat egység (pl. $1 cm^3$) aprításakor keletkező felület-többlet mértékét. Egy cm hosszúságra a kiindulóanyagból $\frac{1}{d}$ darab szemese, a térfo-

gategységre $\frac{1}{d^3}$ darab szemese jut. Egy d szemese területe arányos d^2 -tel, az összes felület $d^2 \frac{1}{d^3} = \frac{1}{d}$ -vel. Hasonlóképpen az őrlési termék felülete $\frac{1}{\delta}$ -val arányos, a felület-többlet pedig $\frac{1}{d} - \frac{1}{\delta}$ -val.

A gyakorlatban a golyósmalmok sokszázszoros aprítási fokkal dolgoznak. Ily esetben a kiindulófelület a végfelülethez képest elhanyagolható, azaz az őrlési teljesítményt a végtermék átlagszem nagysága határozná meg. A beiktatott előzúzótól származó tehermentesítés az előzúzó aprítási fokától függ.

Legyen pl. az előzúzó egy aknakemence-klinkert őrlő többkamrás golyósmalomnál pófás granulátor vagy Symons-törő. Ha a kiinduló szem nagyság $50 mm$, a végtermék, a cement átlagos szem nagysága pedig $0,035 mm$, akkor az aprítási fok kb. 1400 . Ha az előzúzó a klinkert $15 mm$ -re előzúzza, az aprítási teljesítmény alakulása a következő:

$$\text{előzúzás nélkül} \quad \frac{1000}{35} - \frac{1}{50\,000} = 28,57 - 0,00002$$

$$\text{előzúzással} \quad \frac{1000}{35} - \frac{1}{15\,000} = 28,57 - 0,00007$$

A számpéldából nyilvánvaló, hogy az előzúzó beiktatása az aprítási teljesítményre elvileg érdemleges hatást nem gyakorol. Mégis azt látjuk, hogy a gyakorlatban az ilyen berendezések elterjedtek. Ennek magyarázatát megtaláljuk, ha figyelembe vesszük az őrlési hatás-

fokra vonatkozó előbbi megjegyzésünket. Ismert tény, hogy a többkamrás golyósmalmokban az őrlőtestek csökkenő méretei követik az őrlemény finomodásának menetét, minden őrleménymérethez meghatározott optimális őrlési effektust szolgáltatató őrlőtestméret tartozik.

A gyakorlatban nem számíthatunk a feladott anyag egyenletes szemeseméretére, az első kamra nagy golyóinak zúzóhatása pedig jó hatásfokkal csak akkor érvényesül, ha a szemeseméret és az őrlőtestméret összhangban van egymással. Ezt a célt jól szolgálja a leírt berendezés, tehát a granulátor és a golyósmalom együttműködése. Ez lehetőséget nyújt arra is, hogy a golyósmalom első kamrájába már eleve kisebb golyókat tegyünk. Ezzel a finomőrlőkamrát tehermentesítjük, oda a finomőrléshez legmegfelelőbb őrlőtesteket helyezhetjük. Ilyenkor a hatásfokjavulás következtében és annak mérvében nő a teljesítmény.

Vegyük ezután figyelembe a feladott anyag valóságos tág mérethatárok között mozgó szemszerkezetét is. Ez esetben már nem közömbös az sem, hogy az előzúzó milyen szemszerkezetet állít elő. Mint ismeretes, lényeges elvi különbség van a pofás- és kúpostörők s a hengerművek aprítási folyamata és az előállított szemszerkezet, valamint a kalapácestörők, kalapácmalmok, hajítózúzó aprítási folyamata és az előállított szemszerkezet között. Az előbbiek beállítható alsó résnyílással működnek. Ennek az a következménye, hogy az aprítási folyamat során a résnyílás méretére csökkent nagyságú szemesék kihullnak a gépből és tovább nem aprítódnak. Az ilyen gépek tehát kisebb fajlagos felületű, egységesebb szemszerkezetű töretet szolgáltatnak. Mint az előbb láttuk, ezek aprítási teljesítmény tekintetében a golyósmalom részére nem jelentenek komoly tehermentesítést. Ezzel szemben lehetővé teszik az őrlési hatásfok javulását azzal, hogy a töret szemnagysága jobban alkalmazkodhatik az őrlemény szemszerkezetéhez.

A kalapácestörők és a hasonló elven működő készülékek viszont tudvalevőleg tág határok közötti szemszerkezetet, jelentős porhányadot tartalmazó töretet állítanak elő. Ilyen előzúzó beállítása már komoly tehermentesítést bizto-

síthat a golyósmalmok felületképzéséhez, ezzel szemben rontja a golyósmalom első, durva-őrlő kamrájának hatásfokát. E kamra túlnyomórészt ütéssel végzett munkáját ugyanis a por párnázó hatása nehezíti.

A leírt jelenségeket a következő gyakorlati adatok támasztják alá:

A cementgyárak nyersüzemében használatos háromkamrás golyósmalmok felületképzése kb. 4000 cm²/g, amelynek az egyes kamrák közötti megoszlása a következő: I. kamra 800 cm²/g, II. kamra 900 cm²/g és III. kamra 2300 cm²/g.

Előzúzóként vegyünk nagyteljesítményű pofástörőt vagy kalapácestörőt. Az 1000-700 mm szájnnyílású pofástörő óránkénti teljesítménye 120 mm résnyílás esetén mintegy 100 t/óra, ugyanennyi a teljesítménye az 1600 mm Ø kalapácestörőnek is, 25 mm résnyílás esetén.

A keletkező töretek szemszerkezete — az aprítás irodalmában szokásos módon — két számértékkel jellemezhető: az átlagos szemnagysággal (x) és a megoszlást jellemző n számmal (amely a log-loglog beosztású koordináta-rendszerben az egyenes dőlésmutatója). A fajlagos felület pedig a következő közelítő képlettel számítható ki:

$$F = \frac{36,8 \cdot 10^4}{x n \gamma}$$

A pofástörő töretének szemszerkezetét a következő értékek jellemzik: $x = 70$ mm, $n = 1,10$ és $F = 16$ cm²/g.

A kalapácestörő töretének jellemzői pedig: $x = 15$ mm, $n = 0,70$ és $F = 130$ cm²/g (γ , az anyag fajsúlya 2,7-nek van felvéve).

Látható, hogy a pofástörő felületképzése jelentéktelen, a kalapácestörő azonban az előállított 130 cm² fajlagos felülettel az első kamrák munkájának már tekintélyes részét vette át.

Ha pedig kalapácestörő helyett valamely más olyan zúzóművet alkalmazunk, amely még nagyobb fokú előaprítást végez (pl. az újjabban elterjedő hajítózúzót), és az előzúzás során $x = 3$ mm átlagszemnagyság érhető el, a fajlagos felület 650 cm²/g értékű, azaz az előzúzó

MEGJELENT!

SZOVJET CIKKGYŰJTEMÉNY AZ ELŐREGYÁRTÁSRÓL

KAPHATÓ

ÉPÍTŐANYAGIPARI KÖNYV- ÉS LAPKIADÓ VÁLLALAT
BUDAPEST, KÁLMÁN-UTCA 11

csaknem teljesen átveszi az első kamra munkáját és a teljes golyósmalom teljesítményét $4000 + 650/4000$ arányban, tehát 16%-kal növeli. Ilyen előzúzó alkalmazása természetesen a malom töltetének teljes átállítását kívánja, minthogy az első kamra ütőmunkája már jó-részt dörzsölőmunkával helyettesítendő, pl. az 50 mm \varnothing -jű legnagyobb golyók behelyezésével. A megnövekedő teljesítményre való tekintettel a kamrák közötti átömlőnyílásokat is bővíteni kell. Hasonlóképpen a második és a harmadik kamra is áttöltendő.

A fentiek alapján az előzúzóval együtt dolgozó golyósmalom teljesítményének kérdését két, egymástól eltérő alkalmazási cél esetében különféleképpen kell elbírálnunk:

1. Ha a feladott anyag széles szemszerkezetű és nagy darabokat is tartalmaz, akkor helyes valamely granulátor-típusú törő beállítása. Ez a nagy szemecskéket szétzúzza. Ezzel érdemleges felületképzés nem történik, de a golyósmalom első kamrájának ütőmunkája és vele a malom hatásfoka és teljesítménye javul.

2. Jelentős teljesítménynövelés érhető el nagy fajlagos felületet előállító zúzóművek beiktatásával, bár ezek beiktatása általában esőkenti a malom első kamrájának hatásfokát (az ütőmunkát gátló porpárna miatt).

Az eddigi felfogás az volt, hogy a gyorsjáratú zúzóművek gazdaságosabbak a golyósmalmoknál. Az újabb irodalmi közlemények azonban elvégzett mérések alapján a golyósmalmok jobb hatásfoka mellett foglalnak állást.

A kérdés, főként a fajlagos felületmegállapítások bizonytalansága miatt még nem tekinthető lezártnak.

Mindenképpen leszögezhető azonban, hogy az 1. megoldással a gazdaságosság javul, az tehát energetikailag is helyes; a 2. megoldás lényeges teljesítménynövelést tesz lehetővé, energiamegtakarítást azonban aligha.

A gyakorlatban az előzúzó költséges beépítését mindenkor előzze meg a várható felületképződés gondos tanulmányozása.

Kérdés — Felelet

Kérdések

17. Milyen összetételű fémből kell és lehet készíteni, a gyártástechnológia figyelembevételével az üvegipari présformákat, hogy az üveg ne tapadjon (ragadjon) hozzájuk?

18. Milyen felületi kezelésben kell részesíteni az üvegipari vasformákat a korrózió elleni védelem szempontjából? (Cunder megszüntetése.)

19. A minőségi beton készítésénél nagy horderejű az adalékanyag természetes nedvességtartalmának figyelembevétele a vízadagolásnál. Mi lenne a helyes módja a természetes nedvességtartalom egyszerű, gyakorlati meghatározásának?

20. Mi a legkedvezőbb arány a beton mesterséges gőz-érlelésénél a betonelem méretei, cement adagolása, az érleléshez felhasznált gőz mennyisége és hőfoka, továbbá a beton szilárdsága között?

Feleletek

2. *Kérdés:* Mi az oka annak, hogy a használatban lévő, petényi agyagból készült égetőtokok csak egy égetést bírnak ki, és előfordul, hogy már egyszeri használatnál megrepednek?

Felelet:

A tok készítésénél figyelemmel kell lenni a helyes szemceseloszlásra. A samottörlemény szemeseátmérője fontos. Kisebb tokoknál vegyesen 1—3, nagyobb tokoknál 1—5 mm az előnyös szemcsenagyság. Samottpornak nem szabad a masszában lenni, tehát a samottörle-

ményt megfelelő szemcsenagyságra kell szitálni. A tokmassza készítésénél gondosan ügyelni kell arra, hogy az alkotórészek egyenletesen legyenek elkeveredve, ne legyenek bennök agyagesomók. Az agyagot ki kell szárítani és finomra őrölni. Az őrölt nyersanyagokat szárazon kell gondosan összekeverni és beáztatás után több napig hevertetni. A tökéletesen átérett tokmasszát formázás előtt csigaprésen kétszer át kell boesítani homogenizálás céljából.

Tokmassza készítéséhez erősen képlékeny petényi agyagot kell használni, amely aránylag alacsony hőfoknál kemény és tömör lesz. Az úgynevezett homokos petényi agyag használata kerülendő.

5. *Kérdés:* Hol és hogyan kell alkalmazni az üvegkemencék hősugárzását csökkentő szigeteléseket és melyek az előnyeik?

Felelet:

Sokszoros vizsgálatok megegyező adataiból tudjuk, hogy üvegolvasztó kemencéink — a füstgáz melegvesztését nem számítva — 76% meget vesztenek a fal- és a lángsugárzás útján, és csak 24% meleg használódik fel a kemencében. Ezek a számok egyszeri rátekintésre is érzékeltetik az óriási tüzelőanyagvesztésüket.

E hatalmas melegvesztésnek közel 50 százalékát hasznosítani lehet jól alkalmazott szigeteléssel.

A legjelentősebb hősugárzó hely a boltzat, a lángtér szilikafalazata és az égők falazata. Ezeket feltemperálás után szivacsos szigetelőtéglával (termolit) szigeteljük úgy, hogy

a tisztára lesepert boltozatra 1 cm vastagságban kvarchomokot terítünk, majd erre habarcsba rakjuk a 15 cm-es szigetelőtéglákat. Jól szigetelt boltozat melegét kezünknek bírnia kell. Fontos a fugák csepegésének és a boltozat ereszkedésének megelőzésére a boltozat szilikahabarcának vizsgálata. Ebben az Al_2O_3 ne legyen 5%, vagy közel ez alatt, vagy felett, mert a 95% SiO_2 és 50% Al_2O_3 keveréknek igen alacsony (1510 C°) az eutektikuma. Általában a szilikahabarc Al_2O_3 tartalma ne haladja meg a 2—3%-ot. Nagy Al_2O_3 tartalmú habarcs az üvegbe csepegye köves hibát okoz, nem olvad fel, mint az SiO_2 . A lángtér és az égők szilikafalazatát normál szilikahabarcossal erősített szigetelőtéglákból rakjuk fel. Az égők alsó, rendszerint szillimanit lapja alá, ha nagy a szabad felület, hézagosan samottlapot helyezünk, amelynek között szigetelő kovafölddel töltjük ki.

Az üvegfürdőt határoló kádköveket általában nem szigeteljük, mert ezzel fokoznók az olvadék vegyi és az áramlások fizikai korrózióját. Az olvasztó- és a tisztulórész köveit inkább hűtjük.

Ezzel szemben a kidolgozó rész köveit célszerű szigetelni, mert itt lényegesen alacsonyabb hőfoktartományban tartjuk az üveget. Itt nemcsak a sugárzási veszteségek elkerülésére szigeteljük az olvasztókád kidolgozó részének köveit, hanem azért is, mert ezzel a kidolgozó rész hőszükséglete is csökken a kidolgozási hőmérséklet fenntartásához. Amit az üvegfürdő oldalköveire mondtunk, egyaránt érvényes a fenékkövekre is.

A kamrák és a rekuperátorok falait teljes egészükben szigeteljük, ha szabadon vannak.

Általában elfogadott gyakorlat, hogy a kád üvegfürdőjének oldalköveit úgy kell hűteni, és a kemencének ezen kívül eső valamennyi egyéb teljes felületét úgy kell szigetelni, hogy kézzel megtapintható legyen. Ez alól csak a berakó-, merítő- és mérőnyílások környéke kivétel. Hasonló szabály érvényes valamennyi mellék (hűtő-, beégető-, temper- stb.) kemencére is, valamint a szabadban vezetett gáz- és gőzvezetésekre. Az utóbbiakat salak-gyapotszigetelőszinórral becsavarva szigeteljük. A miskolci Üvegvárban az utóbbi hónapokban végeztük el a fent leírt módon a szigeteléseket. Pesszimista számításaink szerint is a hő eddig 20—25%-os kihasználása 50% fölé emelkedett. Kézzelfogható bizonyítéka volt ennek, hogy bár a kapacitáskihasználás nem változott, mégis a szigetelés előtti tempóban érkező szén lassan gyűlni kezdett, minden szabad teret elfoglalt, úgyhogy végül a szén $\frac{1}{3}$ -ról le kellett mondani.

9. Kérdés: Hogyan változik a klinkerégető forgókemencék teljesítménye a tüzelőszén fűtőértékével?

Felelet:

A cementklinkerégető forgókemencék üzemenél mindig nagy súlyt helyeztek a szén

egyenletes és lehető legjobb minőségére. A tervgazdálkodás bevezetése előtt — az igényekhez képest túlméretezett, álló gyarak idejében — ennek oka nem a teljesítőképesség fokozása, hanem a minél jobb klinkerminőség elérése volt. A nyersanyagösszetétel beállításánál tudvalevőleg figyelembe kell venni a szén éghetetlen-tartalmát is; ha a szén minősége egyenetlen, egyenletes minőségű klinker nem állítható elő, ezenfelül kérdéses, hogy a szénhamu mily mértékben vesz részt a klinkerképződés folyamatában.

A szocialista építés mindjobban fokozódó építőanyag-igénye megköveteli minden termelőkapacitás legnagyobb kihasználását, és ma már nem közömbös, hogy forgókemencéink mekkora teljesítménnyel járnak, illetve milyen módszerekkel égethetünk bennük több klinkert. Ezzel kapcsolatban természetesen felmerül a szénfűtőérték kérdése is.

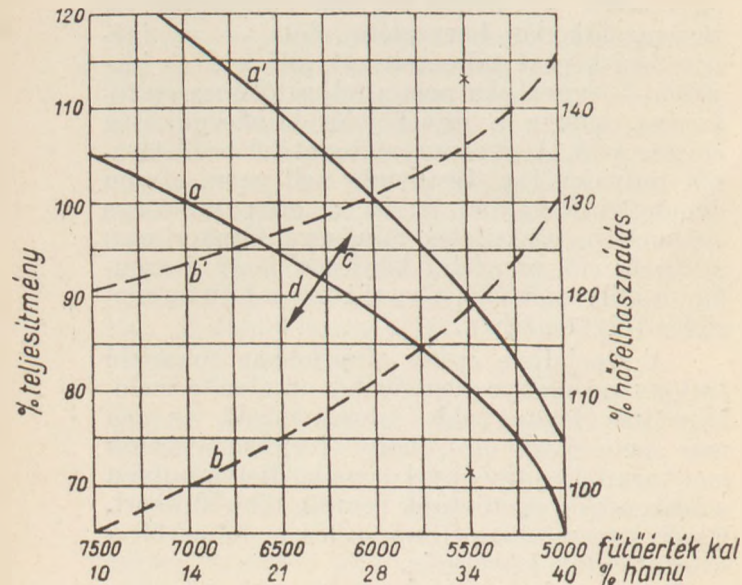
A forgókemencékben lejátszódó összetett égési és hőátadási folyamatok során a lángzónában a láng sugárzással adja át a hőt a kemencébélésnek és zsugorodó klinkernek, a belés ugyanesak jórészt sugárzással továbbítja az átvett hőt a klinkernek. Figyelemmel a kb. 1450°-os zsugorodási hőmérsékletre, az előállított hőmennyiségnek csak az 1450° hőszint feletti hányada tekinthető hasznosnak a zsugorodás folyamatánál. Ha figyelembe vesszük, hogy a sugárzással átadott hőmennyiség a hőmérsékletkülönbség negyedik hatványával arányos, akkor rögtön láthatjuk a lánghőmérséklet és a kemenceteljesítmény egyidejű növekedésének, illetve csökkenésének törvényszerűségét. Ugyanezek a megfontolások értelemszerűleg érvényesek a kemencében lejátszódó konvektív hőátadásra is.

Ismert tény, hogy nagyobb fűtőértékű szenekkel magasabb égési hőmérsékletek érhetők el, és így közvetlenül látható a jobb szénminőség teljesítménynövelő hatása.

A Szovjetunióban foglalkoztak a helyi tüzelőanyagfajták forgókemencében való felhasználásával. A többi között égettek 35% nedvességű és 2680 kal fűtőértékű (száritott állapotban 10,5% nedvesség, 8,7% hamu, 56,5% illó, 4176 kal fűtőérték) tőzeggel, valamint 12% nedvességű és 3000 kal fűtőértékű (száritott állapotban 1,5% nedvesség, 62,5% hamu, 29% illó, 3200 kal fűtőérték) palával is. (1).

Ezzel kapcsolatban E. I. Hodorov a következőket írja (1): „Figyelembe kell azonban venni, hogy a gyenge minőségű tüzelőanyagok használata a kemencék teljesítményének lényeges csökkenésével jár. Ezért azt a kérdést, hogy gyengébbfajtájú tüzelőanyagokat használjunk-e a forgókemencékben, minden konkrét esetben műszaki-gazdasági elemzés alapján kell eldönteni“.

Tudomásunk szerint a Moszkva közelében lévő Gigant cementgyárban kb. 800 km távolságból odaszállított donyeci szénnel égetnek,



bár alacsonyabb fűtőértékű szén a közelben rendelkezésre áll.

Ugyanerről a kérdéstről J. Sz. Lurje, a Giprocement igazgatója a következőképpen vélekedik (2):

„A cementüzemek üzemi gyakorlata azt mutatja, hogy rendszeren égetett «400-as»-nál nem alacsonyabb minőségű klinker előállításához a porlasztott fűtőanyag fűtőértékének legalább 5000 kal-nak, a hamutartalomnak 10—12%-nak és az illóanyagoknak 15—20% körül kell lennie“.

W. Anselm a szénfűtőérték és a kemence-teljesítmény, valamint fajlagos hőfogyasztás összefüggését a csatolt ábra szerinti diagrammal adja meg (3):

Az *a* jelzésű diagramm a kemence-teljesítmény változását a szén fűtőérték függvényében adja meg, 100%-nak véve a 7000 kal-ás porlasztott kemenceszénrel elért teljesítményt. A diagramm szerint 5500 kal-nál 20% és 5000 kal-nál 35% teljesítménycsökkenés mutatkozik. A *b* jelzésű diagramm a fajlagos hőfogyasztáshoz tartozó értéket tünteti fel, ugyancsak 100%-nak véve a 7000 kal fűtőértékhez tartozó fogyasztást. Mint látható, a fajlagos hőfogyasztás 5500 kal-nál 116% és 5000 kal-nál 132% lenne. Az *a* és *b* diagramm az erőtett kemencemenetire vonatkozik, ahol a *c* nyíl irányában a gyűrűképződés veszélye áll fenn, míg a *d* nyíl irányában a tapadás normális. A dia-

grammok teljesen száraz, 15—30% illótartalmú és 3—12%, 4900 finomságra őrölt szénre vonatkoznak.

Tájékoztatásul megadjuk még a nálunk előforduló legjobb és leggyengébb kemencesze-
nekre vonatkozó adatokat:

Tatai szén 8,5% hamutartalom, 8% nedvesség, fűtőértéke kb. 5800 kal, hamutartalma 9,5%, illótartalma kb. 47%.

Kisterenyei szén, 28% hamutartalom, 8% nedvesség, fűtőértéke kb. 3700 kal, hamutartalma 34%, illótartalma kb. 35%.

Meg kell jegyezni, hogy a nagy illótartalmú magyar szénnek 6% alá való leszállítása tudvalevőleg a gyulladási-robbanási veszély miatt nem engedhető meg.

A fenti számértékek mutatják, hogy a magyar cementipar a szén fűtőértékével a külföldön elfogadott értékek alá ment le már. A használt nagy hamutartalmú szénekkel 500-as minőségű klinkert előállítani külföldön nem szokás. Kemencénk teljesítményfokozásának egyik legnagyobb tartaléka a jobb szénminőség.

A kérdés nagy fontosságára való tekintettel az elméleti taglalásra még visszatérünk.

IRODALOM:

1. E. I. Hodorov: Cementipari kemencék. É. M. Építőipari Könyv- és Lapkiadó, Budapest, 1952. I. kötet, 188—189. oldal.
2. J. Sz. Lurje: Zúzás és őrlés a cementiparban. Nehézipari Könyvkiadó, Budapest, 1952. 18. oldal.
3. W. Anselm: Die Wertigkeit der Brennstoffe. Zement-Kalk-Gips. 189—193. oldal.

14. Kérdés: Mi az oka annak, hogy némely agyagnál (Karcag, Miskolc) a száradás utolsó időszakában is előfordulhatnak száradási repedések?

Felelet:

Az anyagok szárításra való érzékenysége függ a részecskék diszpergáltságától, ásványi összetételétől és vízelnyelőképességétől.

Az olyan agyagok, amelyek nagy mennyiségben tartalmaznak 2μ -nél (0,002 mm) kisebb részecskéket, agyagásványuk pedig nagyrészt montmorillonit, a szárításra különösen érzékenyek. Ilyeneknél előfordulhat a kérdéses száradási hiba.

Célszerű lenne a szóbanforgó agyagok ásványi összetételét valamely erre a célra berendezett laboratóriumban megvizsgáltatni.

Pályázati hirdetés

Az Építőipari Műszaki Egyetem építészmérnöki karán az alábbi állásokra hirdetek pályázatot :

I. sz. Középlettervezési tanszéken egy egésznapos docensi állásra,
Ipari épületek tervezése tanszéken egy egésznapos docensi állásra.

A kinevezendő két docens kötelessége lesz tudományszakát a kar mindenkorai tanulmányi programjának megfelelően előírt óraszámában és terjedelemben előadni, az előadások anyagát jegyzet formájában a hallgatóság rendelkezésére bocsátani, a szükséges gyakorlatokat, kollokviumokat és szigorlatokat megtartani.

A betöltendő állások után a 204/1951/XII. 2/ MT sz. rendeletben közzétett illetmények járnak.

A pályázatokat mellékleteikkel együtt a Közoktatásügyi Közlönyben történt megjelenés után számított három héten belül kell az építészmérnöki kar dékánjához benyújtani (Budapest, XI. Budafoki-út 4., közp. ép.).

A pályázatnak tartalmaznia kell :

1. A pályázó jelenlegi munkahelyét, beosztását, besorolását és fizetését.
2. Eddigi szakmai munkájának és a munka eredményeinek részletes ismertetését.
3. Tudományos és oktatómunkájának részletes ismertetését.

4. A pályázó által írt könyvek és tanulmányok pontos felsorolását, megjelölve, hogy azok mikor és hol jelentek meg.

5. A pályázónak tudományos és oktatómunkájára vonatkozó jövőbeni terveit.

A pályázathoz mellékelni kell :

1. Részletes önéletrajzot két példányban.

2. Az oklevelek hiteles másolatát.

3. Születési anyakönyvi kivonatot.

4. A pályázattal kapcsolatban az építészmérnöki kar dékáni hivatalától beszerzett és pontosan kitöltött kérdőívet.

A pályázatokra vonatkozó részletes felvilágosítást az építészmérnöki kar dékánja, illetőleg a dékáni titkár ad munkanapokon a hivatalos órák alatt.

Rados Kornél
az Építőipari Műszaki Egyetem
rektora

Pályázati hirdetés

Az Építőipari Műszaki Egyetem építészmérnöki és mérnöki karán az alábbi állásokra hirdetek pályázatot :

Az építészmérnöki karon :

III. sz. Építéstörténeti tanszéken 1 egyetemi tanári állásra,

Építésszervezési tanszéken 1 egyetemi tanári állásra,

Ipari épületek tanszéken 1 egyetemi docensi állásra,

Lakóépületek tanszéken 1 egyetemi docensi állásra,

Tartószerkezetek tanszéken 1 egyetemi docensi állásra,

Szilárdságtani tanszéken 1 egyetemi docensi állásra,

A mérnöki karon :

Vasútépítés- és földművek tanszéken 1 egyetemi tanári állásra,

II. sz. Matematika tanszéken 1 egyetemi docensi állásra.

A III. sz. Építéstörténeti és az Építésszervezési tanszéken a pályázat eredményétől függően a pályázók docensi kinevezést nyerhetnek.

A Vasútépítés- és földművek tanszéken az egyetemi tanár feladata a tanszéki talajmechanikai laboratórium vezetése is.

A kinevezendő tanárok és docensek kötelessége lesz tudományszakukat a kar mindenkorai tanulmányi programjának megfelelően előírt óraszámában és terjedelemben előadni, az előadások anyagát jegyzet formájában a hallgatóság rendelkezésére bocsátani, a szükséges gyakorlatokat, kollokviumokat és szigorlatokat megtartani.

A betöltendő állások után a 322—1—1952. KM sz. utasításban közzétett illetmények járnak.

A pályázatokat mellékleteikkel együtt 1953. április 23-ig az illető kar dékánjához kell benyújtani (Budapest, XI., Budafoki-út 4., közp. ép.).

A pályázatnak tartalmaznia kell :

1. A pályázó jelenlegi munkahelyét, beosztását, besorolását és fizetését.

2. Eddigi szakmai munkájának és a munka eredményeinek részletes ismertetését.

3. Tudományos és oktatómunkájának részletes ismertetését.

4. A pályázó által írt könyvek és tanulmányok pontos felsorolását, megjelölve, hogy azok mikor és hol jelentek meg.

5. A pályázónak tudományos és oktató munkájára vonatkozó jövőbeni terveit.

A pályázathoz mellékelni kell :

1. Részletes önéletrajzot két példányban.

2. Az oklevelek hiteles másolatát.

3. A pályázattal kapcsolatban az építészmérnöki kar dékáni hivatalától beszerzett és pontosan kitöltött kérdőívet.

A pályázatokra vonatkozó részletes felvilágosítást a kari dékánok, illetőleg a dékáni titkárok adnak munkanapokon a hivatalos órák alatt.

Rados Kornél
az Építőipari Műszaki Egyetem
rektora

*F*elhívjuk olvasóink figyelmét a márciustól kezdve kéthavonta megjelenő

*„Építőanyagipari
Irodalmi Tájékoztató“*

című kiadványunkra.

Tájékoztatónk a legfrissebb külföldi — elsősorban szovjet és népi demokratikus — szaklapok és szakkönyvek tartalmát és építőanyagiparunk tapasztalatcseréit, újításait ismerteti.

Egy példány ára 6.— Ft, évi előfizetés 30.— Ft. Megrendeléseket és előfizetéseket elfogad az

ÉPÍTŐANYAGIPARI KÖNYV- ÉS LAPKIADÓ
Budapest, V., Kálmán-utca 16