

A beton savállóvá tétele gázkezeléssel

KOVÁCS JÓZSEF, DR. NÁRAY-SZABÓ ISTVÁN, NOVÁK ANDRÁS

A hagyományos módszerekkel dolgozó építőiparba a múlt század vége óta új elvek hatolnak be, melyek új építőanyagok felhasználásán alapulnak. Az új építőanyagok között első helyet foglal el a beton és a vasbeton, amelynek alkalmazása hatalmas lehetőségeket nyitott meg az építészetben s korunk egyik fő technikai jellemzőjének épp a hatalmas beton- és vasbetonépítmények széleskörű terjedése mondható.

A betonnak minden jó tulajdonsága mellett vannak hátrányai is. Bár a köztudatban úgy szerepel, mint az erő és állandóság megtestesülése, a valóságban káros hatásokkal szemben nagyon érzékeny. Elsősorban a kémiai hatások azok, amelyek a betont megtámadják. Nem kell mindjárt a legagresszívabb anyagokra, pl. erős savakra, stb. gondolnunk. Már a leggyengébb savak, így a szénsav, a tőzeges talajban gyakori humuszsav stb. tönkreteszik a betont, sőt a semleges kémhatású szulfátos, vagyis keserűsöt (MgSO_4) vagy glaubersót (Na_2SO_4) tartalmazó talajvizek is. Ilyenek pedig fővárosunkban és az országban igen gyakoriak. Pl. a Lágymányoson lefektetett, betonsövekből készült és költséges csatornák egy-két év alatt teljesen tönkremennek a szulfátos talajvíz hatására, ha nem látják el őket drága védőberendezésekkel.

Még nagyobb veszélynek van kitéve a beton olyan ipari üzemekben, ahol kisebb-nagyobb mértékben savas oldatok fordulnak elő, ilyenek pl. savat előállító vagy felhasználó üzemek (kénsav- és műtrágyagyárak, fémhengerlőművek, dróthúzó üzemek, stb.), továbbá olyanok, amelyekben gyenge szerves savak keletkeznek, pl. tejüzemek sörgyárak, borpincék. Még az ártatlannak hitt cukoroldat is teljesen tönkretesz a betont, ha hosszabb ideig hat rá.

A felsorolt példákból látható, hogy milyen fontos feladat a betont savak és más vegyi anyagok behatásával szemben ellenállóvá tenni. Az eddigi eljárások, amelyek a feladatot teljesíteni igyekeztek, nem voltak kielégítőek. Néhány évvel ezelőtt azonban Hollandiában az Ocrietfabriek N. V. Baarn-i cég bevezetett egy új eljárást, amellyel igen jó eredményeket sikerült elérni. Ezt az eljárást fogjuk az alábbiakban ismertetni.

1. Beton gázkezelése

Az Ocrietfabriek eljárása azon alapul, hogy betontárgyakat szilíciumtetrafluoridgáz, (SiF_4) hatásának teszünk ki nyomás alatt. Ekkor a betonban lévő szabad mész és valószínűleg egyéb vegyületek is fluortartalmú, oldhatatlan vegyületekké alakulnak át, melyek savakkal, sóoldatokkal, olajjal, cukoroldattal stb. szemben rendkívül nagy mértékben ellenállók. Az ilyen betont „okrált” betonnak nevezzük.

A gázkezelés előtt a betontárgyakat ki kell szárítani. A gázt zárt tartályban, nyomás alatt alkalmazzuk; lehet a tárgyakat különböző vastag-

ságban savállósítani, vagy pedig egész térfogatukat savállóvá tenni. Utóbbi eljárás természetesen több gázt igényel és drágább.

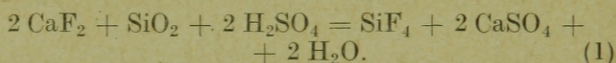
A sziklapok leírása szerint az okrátlás folytán betontárgyak térfogatsúlya és szilárdsága is jelentősen nő, vízáteresztése csökken, kopásállósága fokozódik.

A hollandiai gyár az eljárását Németországban szabadalmaztatta; a szabadalmi leírás azonban, ami a kivitelről illeti, igen szűkszavú, a szilíciumfluorid előállításáról pedig semmit sem mond.

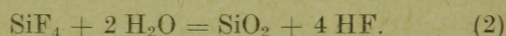
2. Saját kutatásaink

Mint hogy saválló beton előállítása hazánkban is igen nagy fontosságú, feladatul tűztük ki, hogy a csak elvi alapjaiban ismert eljárást gyakorlatilag, még pedig ipari mértékben megvalósítsuk és így vegyi hatásoknak nagymértékben ellenálló, szilárd betontárgyakat készíthessünk.

Feladatunk első része a SiF_4 fejlesztésének megoldása volt. Ez a gáz kalciumfluorid, CaF_2 vagyis a fluorit (folypát) nevű ásvány, továbbá szilíciumdioxid — célszerűen finomszemcséjű, tiszta homok — végül tömény kénsav egymáshatásával fejleszthető:

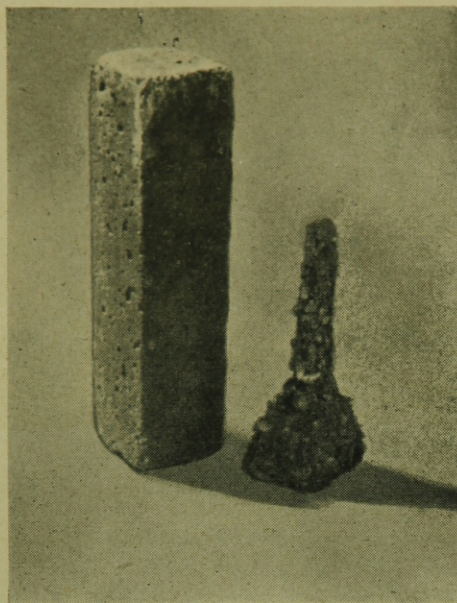


A SiF_4 már vízgőz nyomainak hatására is bomlik (hidrolizál), miközben igen agresszív hidrogénfluorid, HF, keletkezik:



Több víz jelenlétében változó víztartalmú kavasavgél keletkezik. Az okráteljárásról megjelent egyes külföldi beszámolókból ólommal bevont vasedényt ajánlanak SiF_4 fejlesztésére.

Az Építéstudományi Intézet laboratóriumában hosszú ideig tartó kísérletekkel megállapítottuk, hogy a SiF_4 közönséges folytvasból készült fejlesztőben is nyugodtan előállítható; a vas még egy évig tartó használat után sem korródeálódik említésreméltó mértékben. Persze vigyázni kell arra, hogy a kénsav minél kevesebb vizet tartalmazzon, mert tömény kénsav tudvalevőleg nem támadja meg a vasat, a híg annál inkább. Fellép azonban egy másik, kellemetlen körülmény: az (1.) kémiai folyamatnál keletkező kalciumszulfát és víz könnyen megszilárduló gipszpépet ad, mely a készüléket eltömi, ha csak nem alkalmazzuk a kénsavat nagy fölöslegben, ami drága és a készülék kihasználhatóságát is csökkenti. Ezen a bajon megfelelő adalékanyagokkal sikerült segítenünk. — A gázfejlesztésre egy keverővel, motorral és zárt poradagolóval ellátott, függőleges hengeralakú készüléket konstruáltunk, melyben egyszerre 4—5 köbméter SiF_4 állítható elő, még pedig több atm. túlnyomás alatt. A gázt tisztítóberendezésén vezetjük át, hogy a magával ragadott



1. ábra. A baloldalon látható gázkezelt betonhasáb 28 napig 10%-os sósavban áztatva teljesen ép állapotban maradt. A jobboldalon látható kezeletlen betonhasáb a 10%-os sósav hatására 1 óra 10 perc alatt szétesett. (Betonhasáb összetétele: 400-as selypi cement 1 súlyrész, dunakavics 5 súlyrész.)

kénsavcseppekéktől stb. megszabadítsuk, majd egy zárt, nyomásálló kazánba vezetjük, melyben a savállósítandó betontárgyakat helyezzük el. A kezelés időtartama és az alkalmazott gáznyomás attól függ, hogy milyen vastag saválló réteget akarunk a tárgyon előállítani: 1 m^2 felületű beton 1 mm mélyen való savállóvá tételére 25 liter gáz kell, (a beton egész felületét kell számításba venni, pl. egy lemeznek mindkét lapját és oldalait). — A kezelendő betontárgyakat először ki kell szárítani. Nedves állapotban végzett kezelés nem savállósít, mert a SiF_4 elbomlik a (2.) egyenlet szerint és nem jut a betontárgy belsejébe.



2. ábra. A baloldali gázkezelt betonhasáb tömény kénsav hatására három nap után sem mutatott elváltozást, míg a kezeletlen próbatest a jobboldalon látható módon teljesen szétesett. (Betonhasáb összetétele: 400-as selypi cement 1 súlyrész, dunakavics 3,5 súlyrész.)

További feladatunk volt megállapítani a beton tulajdonságainak megváltozását a gázkezeléstől. Kísérleteinkkel számos $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ méretű beton próbatestet állítottunk elő és savállósítottunk a fent leírt eljárással. Ezeket a testeket, valamint ellenőrzésképpen nem kezelt hasonló próbatesteket különféle agresszív oldatok hatásának tettük ki. Az eredmény rendkívül frappáns volt. Gázkezelt próbatesteink híg ásványi és szerves savakban (sósav, kénsav, ecetsav, tejsav) hosszú ideig teljesen változatlanok maradtak. Ugyanezt tapasztaltuk tömény sósavban, sőt tömény sósav és kénsav elegyében is, lásd az 1—5. ábrákat. Lenolajban kb. egy évig tartott, gázkezelt cementlapok semmi változást sem mutattak. Ezzel szemben a nem kezelt próbatestek híg savak hatására lassabban, tömény savak hatására igen gyorsan szétesetek vagy szilárdságuk annyira csökkent, hogy már csekély erővel össze lehetett morzsolni őket. — Szulfátos oldatokban, melyek töménysége a talajban előforduló szulfátkoncentrációkat sokszorosán felülmúlta, próbatesteink egy évig változatlanok maradtak és a korróziónak semmi nyomát sem mutatták. Áramló és meleg savas igénybevétel hatását még nem vizsgáltuk.

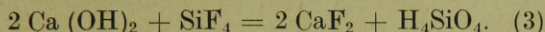
Látható ebből, hogy eljárásunk szerint a gázkezelt beton savakkal és más agresszív oldatokkal szemben rendkívül ellenálló. Ilyen betonból tehát igen előnyösen készíthetők savas hatásnak kitett padlóburkolatok, csővezetékek, tartályok, medencék stb. burkolatai, szulfátos talajvízzel érintkező csatornák, kábelcsatornák, és még rendkívül sok más tárgy.

3. A gázkezelés által előidézett vegyi folyamat

Min alapul a SiF_4 gáz savállósító és a szilárdságot növelő, a vízáteresztést csökkentő hatása. — Tudjuk, hogy a beton kötőanyaga a cement, vízzel keverve leköti, megszilárdul és összeragasztja az adalékot, vagyis a kavics és homok szemcséit. Ha a lekött cement („cementkő”) szilárdsága csökken, akkor a kavics- és homokszemcsék közti összetartás is meglazul. A cementkőben, mint újabban bebizonyult, többféle vegyület van; ezek közt legfontosabb a kalciumszilikáthidráttal, ez azonban alig 40%-ot tesz ki; mellette jelentékeny mennyiségű kalciumhidroxid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, azaz szabad mész, továbbá kalciumszulfoaluminát, $3 \text{ Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ és trikálciumalumináthexahidráttal, $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$, továbbá más kevésbé ismert vegyületek vannak jelen. Ezek közül a legkönnyebben a kalciumhidroxid bomlik el híg savak, szulfátok stb. hatására, de nem sokkal ellenállóbb a két utóbb említett vegyület sem. A cementkővet alkotó, mozaikszerű kristálykeverékből egy-egy szemcse a sav, vagy más agresszív oldat hatására kioldódik, tehát eltűnik, esetleg átalakul térfogatnövekedés közben, vagy zsugorodik stb. Az eredeti, szilárd összetartású mozaik így sok helyütt eltorzul, meghibásodik, minek folytán szilárdsága természetesen lecsökken.

A SiF_4 a szabad meszet kalciumfluoriddá alakítja, miközben szilíciumdioxid, illetve víztar-

talmú kovács is szabadul fel; utóbbi a beton pórusait eltömi:



A kalciumfluorid savakkal szemben nagyon ellenálló, csak forró, tömény kénsav támadja meg; ezenkívül kemény és kopásálló. Bár semmiféle kémiai kutatás sem történt még ezen a téren, valószínű, hogy a többi vegyületek is átalakulnak és fluort vesznek fel, miközben oldhatatlanná és keményebbé válnak.

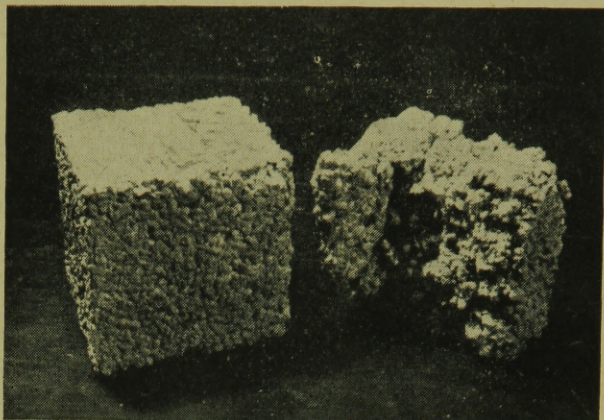
A gázkezelésnek a vizes oldatokkal való, régebben alkalmazott felületi kezeléssel szemben az a rendkívüli előnye, hogy a gáz behatol a beton finom lyukacsaiba, ahová a folyadék semmiképp sem juthat el. Így tehát a betonnak nemcsak a felülete (vagy néhány tizedmilliméter vastag felületi rétege), hanem a kezelés módjától függőleg tetszőleges vastagsága vagy szükség esetén egész térfogata savakban oldhatatlanná tehető.

A gázkezelés által előállítottak olyan betonokat is, amelyek szilárdsága eddig még el nem ért nagyságú (1000 kg/cm² nyomási szilárdságot túlhalad). Mégsebben van a saválló beton fő előnye, bár megfelelően megválasztott szemszerkezet és kezelési mód alkalmazásával ebben a tekintetben is kiváló eredményt lehet elérni; ilyen szilárdságú betonra azonban legtöbbször nincs szükség. Sokkal fontosabb a vegyi hatásokkal szemben való ellenállás, bizonyos esetekben nagyon kíváncsú a nagy kopásállóság is. Az ÉTI-ben létesített kísérleti üzem 4000 liter ürtartalmú gázkezelő kazánal rendelkezik, mely több att. nyomást bír ki (6. kép).

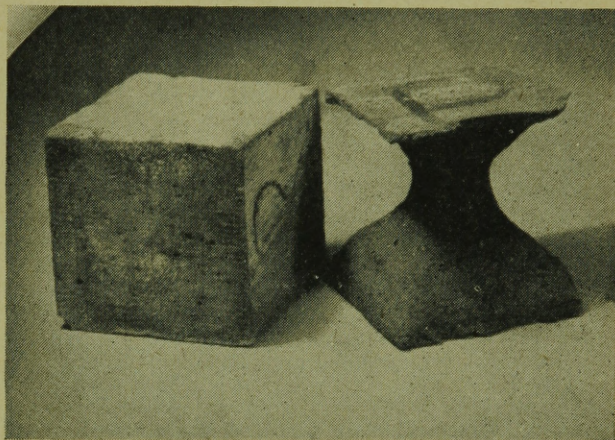
4. A gyakorlatba való bevezetés lehetőségei

Az eljárás kivitelének költségei nem haladják meg azt a mértéket, amely alkalmazásukat gátolná. Így például kőagyagcső helyettesítésére használt 50 cm belső átmérőjű betoneső métere gázkezelve 52 Ft, a hasonló átmérőjű kőagyagcső métere pedig 200 Ft. Egy m² burkoláshoz szükséges 2,5 cm vastag keramitlap ára 55 Ft, ugyanaz gázkezelt betonburkolólappal csak 20 Ft/m². Még kedvezőbb számokat kapnánk speciális daraboknál, amelyeket égetett kerámiából csak igen drágán lehet készíteni, betonból pedig aránylag kis fáradsággal és olcsón állíthatók elő. Fontos itt az égetés mellőzése által elérhető tüzelőanyag-megtakarítás is.

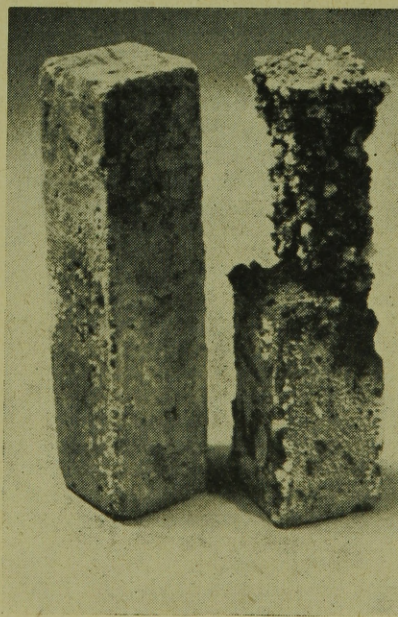
Fenti adatok általunk gyakorlatilag megvalósított gyártás költségeit veszik számításba. Az ÉTI kísérleti üzemében többek közt több száz m² 20/20/2,5 cm-es beton padlóburkolólapot gázkezeltünk olajálló padló céljára. Folyamatban van nagymennyiségű csatornacső, továbbá nagyméretű burkolólap gázkezelése és a kísérleti üzem már távolról sem képes kielégíteni az építőipar és más iparok ipari kísérleti igényeit sem. — Érdekes volt annak a vidéki gyárnak az esete, amelyben fémnek savval történő maratása közben az üzem talaja annyira beitatódott kénsavval, hogy az épület pillérei tönkrementek. Minthogy a talaj több méter mélységig kénsavas, célszerűnek látszott



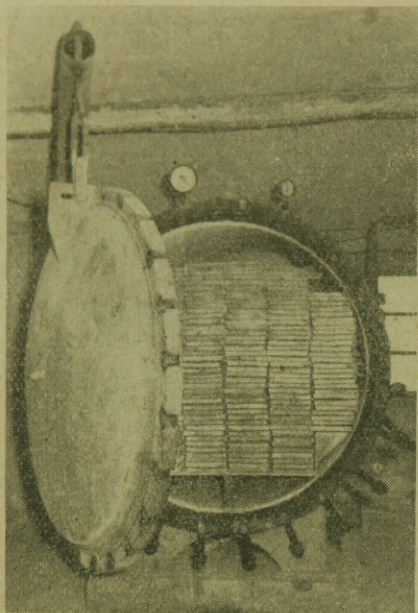
3. ábra. A baloldali gázkezelt 10×10×10 cm-es nagy hézagterfogatú próbatést háromnapos 10%-os sósav áztatás után elváltozást nem mutatott, míg a kezeletlen próbatesten a jobboldalon látható roncsolás ment végbe. (A betontest összetétele: 260 kg/m³ 500-as tatabi cement, az adalékanyag szemszerkezete 0,2—1,0 mm-ig 10%, 1—5 mm-ig 50%, 5—7 mm-ig 40% homok, illetőleg kavics.)



4. ábra. A próbatest csepeleti hamu, hejőcsabai 300-as cement, mészhidrát és trisópisz keverékéből készült. A kezelt és a kezeletlen próbatest három napig volt 10%-os sósavban. A baloldali gázkezelt próbatestnek a sósav nem ártott, míg a kezeletlen próbatest nagyrészt fokozatosan szétrombolta



5. ábra. A baloldali kezeletlen próbatest 28 napig állt 10%-os ecetsavban és hibátlan maradt, míg a jobboldali kezeletlen próbatest 1 óra és 10 perc alatt a képen látható nagymérvű roncsolást szenvedte



6. ábra. Az ÉTI kísérleti üzemének gázkezelő kazánja nyitott ajtóval, a savállóításra bekészített padlóburkoló lapokkal. A lapok között 2 mm átmérőjű acélhuzal darabok vannak (jól látható a kazán jobb oldalán) azért, hogy a savállóító gáz a lapok összes felületével akadály nélkül érintkezhessenek

olyan pillérekre alapozni, amelyek savállóak. Evégből a felhasznált 2,20 méter hosszú és 50 cm átmérőjű vasbeton cölöpöket gázkezeltek. Meg kell itt jegyezni, hogy a szilíciumtetrafluorid gáz a beton vasbetéteit nem támadja meg, sőt azok felületén védőbevonat keletkezik, a beton és vas közötti tapadás pedig jelentékenyen nő.

Igen nagy szerepe lesz a gázkezelésnek csa-

torházunkban, mely hálózatait sokkal nagyobb élettartammal fogja készíteni, ha saválló betoncsöveket használ. Nem lebecsülendő az a haszon sem, amely az így kezelt csövek vízáteresztésének csökkenéséből származik. Itt nemcsak a városi csatornahálózatok, hanem az országos belvízvezető csatornák is számításba jönnek. — Hasonló a telefonkábelek elhelyezésére használt speciális betonesatornák, a bányákban felhasznált előregyártott betontestek stb., stb. esete.

Amint az elmondottakból kitűnik, az eljárás főleg előregyártott betontárgyak kezelésére alkalmas, amelyeket a kezelő kazánban kell elhelyezni és abban savállóítani. Egyelőre még nem terjedt el kész betonépítmények felszínének kezelése, bár ez is megoldható volna. Nagyobb tartályok saválló burkolása ma rendkívül nagy költséggel, drága és külföldi valutát igénylő anyagok felhasználásával történik. A gázkezelés csak hazai nyersanyagokat használ, ami magában véve is nagy előny, és sok esetben kielégítően helyettesítheti a külföldi anyagokat.

Nem érdektelen megjegyezni, hogy ezt a nagyjövőjű eljárást, amelyet a beton legkiválóbb nemzetközi szakértői forradalmi jelentőségűnek minősítettek, eddig Hollandián, Belgiumon és Nyugat-Németországon kívül csak hazánkban sikerült az ipari megvalósítás stádiumába hozni.

Az a meggyőződésünk, hogy a legmodernebb betontechnikának egyik haladó vívmánya, a saválló beton, hazánk építőiparába, vegyi, élelmiszer-stb. iparába és bányászatába is hamarosan be fog jutni és népgazdaságunknak nagyon nagy hasznot fog hajtani.

Újszerű kézi falazóblokkgyártó készülék

KRAUSZ LÁSZLÓ

Hazánkban az előregyártóipar gyors fejlődésével nem haladt párhuzamosan a szükséges gépek tervezése, előállítása, illetve a külföldön ismert gépek meghonosítása. Az említett óriási hiányosság megoldására mindössze néhány próbálkozás látott napvilágot, melyek a kérdést nem oldották meg. A cél elérése érdekében 1952-ben az ÉTI gépműhelyében elkészült a Krausz—Poóczy-féle sima aljzatra gyártó betontestgyártó gép. Bár ez a gép a külföldön ismert és elterjedt gépeknél nagyobb teljesítményű volt, a szakmában megbukott, mert a gép helyigényes volt, és előnyben részesítettek beépített (stacioner) gépeket, melyekkel viszont nem rendelkeztek. Ennek a gépnek az alapötletéből készült el azután a Satori—Gábel—Nádai utánzat, mely ugyan fix gép volt, alátétlemezekre dolgozott, de kb. azonos ciklusidő mellett egyidejűleg 1 db betontestet készített, szemben a Krausz—Poóczy-féle géppel, mely egyidejűleg 4 db nagyobb méretű testet gyártott. Stacioner gépek terén is történtek kezdeményezé-

sek az ÉTI-ben és pedig Nagy Hugó gépészmérnök tervei alapján elkészült egy építőblokkgyártó félautomata prototípusa, melynek kísérleti tapasztalatai alapján a gép továbbfejlesztésre szorult.

A gépesítés előbbrevitele céljából két évvel ezelőtt behozatalra került 5 db Franciaországban készült Minato gép. A behozott gépek síma aljzatra dolgozó úgynevezett folyógépek. Az 5 gép közül ezidőszere 2 db üzemel Bánhidán. A gépekhez a formaszekrényt és kinyomóbélyeget az ÉTI készítette el.

A gépesítésnek fentvázolt lassú előrehaladása késztetett az alább leírt készülék megtervezésére és a prototípus legyártására az ÉTI gépműhelyben. A készülék megszerkesztésénél céloim volt még az is, hogy hosszú évtizedes tapasztalataim alapján olyan munkaeszközt bocsássak az ipar rendelkezésére, mely beruházás szempontjából jelentéktelen, nem anyagigényes, különösebb kezelésre, gondozásra nem szorul és vele bárki, bárhol

telepített üzemben vagy helyszínen selejtmentes betontesteket gyárthasson. A gép prototípusát az ábra mutatja.

A készülék egyidejűleg 2 db $25 \times 38 \times 14$ cm-es falazóblokkot gyárt. Ciklusideje kb. 60–70 másodperc, ami műszakonként kb. 800 db blokk (= 4800 db kisméretű téglá) gyártását teszi lehetővé.

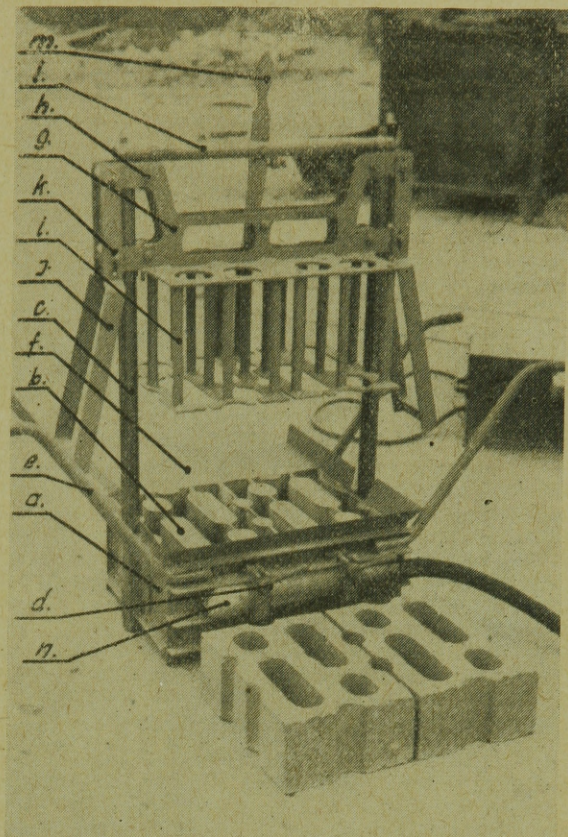
A készülék működése

A készülék *a*-formaszekrényébe az erre a célra készült kalibrált edényből beleöntjük a betonkeveréket. Ez készülhet kavics, salak, tufa, habosított kohósalak, téglatörmelék stb. adalékanyaggal. A töltőedényt a készülék elé a földre helyezzük és a fölös anyagot az *a*-formázószekrényről lehúzó segítségével az edénybe visszahúzzuk. A *n*-tűvibrátor megindításával *m*-kallantyút kikapcsolva a *k*-bélyeg a betonra esik és a készüléken dolgozó két munkás a *e*-fogantyúkat kézben tartva, egyik lábbal a *j*-kengyelre nehezednek. Amikor a tömörítési tényezőnek megfelelően beállított *j*-kengyel biztosan földet ér, a *e*-fogantyúk segítségével a formaszekrényt az ütközőig felemelik a lábukat levéve a *j*-kengyelről az egész készüléket még 10–20 mm magasságra továbbemelve a készüléket a mellette levő munkahelyre helyezik. A vibrátor kikapcsolása után a *k*-bélyeget felemelik, mely az *m*-kallantyú segítségével a felső helyzetében rögzítést nyer.

A készüléken a tömörítés kétféle módon történhet.

1. az 500 kg centrifugális erővel rendelkező Gerlei tűvibrátorral,
2. döngöléses tömörítéssel.

Utóbbi esetben a *k*-bélyeget két fogantyúval képezzük ki, melynek segítségével a bélyeg könnyen emelhető és ejthető. Pl. kis vízcementtényezővel rendelkező pernye adalékanyagú testeket 5–6 ejtéssel lehet tömöríteni. Jó eredményeket mutatott kis vízcementtényezővel rendelkező más adalékanyagú testek döngöléses tömörítése is. Ez a módszer természetesen a készülék teljesítményének



Kézi falazóblokk gyártó készülék.

rovására megy és a készüléken dolgozókat jobban igénybe veszi.

A készülék súlya 80 kg, előállítása kis költséggel jár, mindössze precíz lemezmunkát igényel.

A készülék egyaránt alkalmazható telepített üzemekben, építkezéseknél a helyszínen, vagy bárhol, ahol adalékanyag fellelhető.

Megfelelő formaszekrény és kinyomóbélyeg kiképzése esetén ezzel falazóblokk, földémbélés-test, válaszfallap téglá, bányatek stb. egyaránt készíthető.