H. Joosti, A. Neiman

KERAAMIKA-

TÖÖSTUSE KOGEMUSI TŠEHHOSLOVAKKIAST

A-22229

H. JOOSTI A. NEIMAN

KERAAMIKATÖÖSTUSE KOGEMUSI TŠEHHOSLOVAKKIAST

3

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1958

Raamatu eesmärgiks on anda ülevaade keraamiliste ehitusmaterjalide tootmisest Tšehhoslovakkias ning tutvustada keraamikatööstuse kogemusi meie vabariigi vastava ala töötajatele. Teoses käsitletakse peamiselt telliste, katusekivide, tellisplokkide, põrandaplaatide, glasuuritud katteplaatide jt. tootmise organiseerimist ning tehnoloogiat, on toodud rohkesti fotosid tootmise mehhaniseerimisest ning sisu selgitavaid jooniseid.

2

Tartu Riiklik Ülikool
Raamatukogu

43582

EESSÕNA

Pärast Teist maailmasõda ühines Tšehhoslovakkia sotsialismileeri maadega. Vabanedes 1945. a. NSV Liidu abiga hitlerlikest okupantidest, võtsid Tšehhoslovakkia rahvad võimu enda kätte ning alustasid sotsialismi teed. 1945. a. oktoobris anti dekreet kaevanduste ja tööstuste natsionaliseerimise kohta. Täielikult riigi omandiks läksid energiat tootvad ettevõtted, söe-, metallurgia- ja sõjatööstus ning põhiline osa keemiatööstusest. Muudes tööstusharudes riigistati ettevõtteid, kus töötas üle 50 töölise. Selle tulemusel haaras sotsialistlik sektor kuni 80% tööstustoodangu mahust.

1948. a. aprillis pärast reaktsiooniliste jõudude lüüasaamist ja demokraatlike jõudude võitu maal, teostas Rahvusfrondi valitsus täiendava tööstus- ja ehitusettevõtete natsionaliseerimise, mille tulemusel sotsialistliku sektori osatähtsus tööstuses veelgi suurenes. 1949. a. ulatus sotsialistliku sektori osatähtsus juba 97%-le ja 1954. a. 99,8%-le.

Läbiviidud agraarreformi tulemusel oli 1949. a. riigi käes maad 41,1%. Kui 1949. a. sotsialistlikus sektoris haritava põllupinna osatähtsus ulatus 10,4%-le, siis 1954. a. juba 42,5%-le.

Esimene viisaastaku plaan Tšehhoslovakkias (1949.—1953. a.) lahendas põhiliselt tööstuse sotsialistliku rekonstrueerimise ülesande. Võrreldes 1937. a. tasemega, tõusis tööstustoodangu maht 119% võrra. 1954. ja 1955. aastateks võeti vastu rahvamajanduse arendamise aastaplaanid. Edasine rahvamajanduse areng määrati kindlaks direktiividega teise viisaastaku (1956—1960) plaani kohta. Slovakkia (idapoolne osa Tšehhoslovakkiast) tööstus ja põllumajandus oli, võrreldes Tšehhimaaga, kodanliku aja tingimustes mahajäänum. Pärast rahvademokraatliku võimu kehtestamist pandi eriti rõhku Slovakkia arendamisele. Kui 1937. aastal Slovakkias tööstustoodangu osatähtsus kogu toodangu mahust oli 36% ja põllumajanduslik toodang 64%, siis 1953. aastal on vastavad arvud 67 ja 33%.

Tšehhoslovakkia tööstuse struktuur on mitmekesine. Kõrgeltarenenud tööstusharudeks on energeetika, metallurgia, masinaehitus,

keemia- ja kergetööstus. Tšehhoslovakkia klaasitööstuse ja keraamikatööstuse toodang on oma kõrge kvaliteedi poolest tuntud üle kogu maailma. Tšehhoslovakkias leidub keraamikatööstusele vajalikke kõrgekvaliteedilisi tooraineid kaoliinide ja teiste savide näol, samuti puhast kvartsliiva klaasitööstuse arendamiseks.

Tööstustoodangu maht tõusis esimese viisaastakuga (1949—1953) 93%, 1955. aastaks juba 124%. Teise viisaastaku plaani kohaselt on ette nähtud saavutada tööstustoodangu kasv 50%, võrreldes 1955. aasta tasemega. Ajavahemikus 1948—1955 oli toodangu kasv eriti suur masinaehitustööstuses — 168%. Ka keraamikatööstuse toodang kasvas 52% võrra.

Tšehhoslovakkia ekspordib oma tööstuse saadusi teistesse maadesse, olles nendega tihedates kaubanduslikes sidemetes. 1955. aastal moodustas sotsialistlike riikide osatähtsus tema väliskaubanduse käibest 69%, sellest NSV Liiduga 35%. Nõukogude Liit hangib Tšehhoslovakkiale tööstuses vajalikke tooraineid ja poolfabrikaate, masinaid ja seadmeid, samuti toiduaineid.

Tšehhoslovakkia koordineerib oma rahvamajandusplaanid NSV Liidu ja rahvademokraatlike maadega ning omab nendega kahepoolsed lepingud teaduslik-tehniliseks koostööks.

Tšehhoslovakkia ja NSV Liidu teadlaste ja tootjate vahel toimub vastastikune kogemuste vahetamine. Nii ühe kui ka teise maa spetsialistid tutvuvad vastastikuste saavutustega teaduse ja tehnika alal.

Kuna tšehhi keraamikatööstus on tuntud ühe eesrindlikuma tööstusharuna, siis on arusaadav see huvi, mis meie spetsialistid tunnevad Tšehhoslovakkia keraamikatööstuse vastu.

Käesolevas raamatus on käsitletud neid Tšehhoslovakkia ehituskeraamikatööstuse kogemusi, mis on olulised Eesti NSV tööstusele ehitus-keraamikatööstuse väljaarendamisel.

Raamatu koostamisel on peale autorite endi poolt kogutud andmete ja materjalide kasutatud ka mõningate teiste Tšehhoslovakkia sama tööstusharuga tutvunud spetsialistide (ins. Kiptenko, Šuliko jt.) poolt kogutud andmeid. Samuti on kasutatud Tšehhoslovakkia keraamika-alast spetsiaalset kirjandust ja tehnilistes ajakirjades toodud andmeid. Kirjanduse loetelu on toodud raamatu lõpuosas. Raamatus avaldatud fotodest kuuluvad joonised 46, 127, 130, 131, 134, 135, 138 ja 141 I. Tepandi ning joonised 126, 133, 136, 139 ja 142 A. Üpruse kollektsiooni.

I. TELLISTE TOOTMINE

NOMENKLATUUR

Tšehhoslovakkia keraamikatehased toodavad ehituskive väga laialdases nomenklatuuris. Allpool on toodud standardikohased näitajad ja tehnilised nõuded põhiliste ehituskivide kohta.

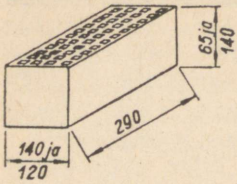
Tavaline põletatud täistellis on mõõdetelt suurem kui meie standardikohane tellis. Mõõted on järgmised: pikkus 290, laius 140 ja paksus 65 mm (ГОСТ-i kohaselt on tellise mõõted 250×120×65 mm). Seega on Tšehhoslovakkia tellise maht meie tellise mahust 1,35 korda suurem.

Tellised jaotatakse survetugevuse järgi liikideks P 75, P 100, P 150, P 200, P 350, P 600, kus toodud arvud tähendavad telliste keskmist survetugevust kg/cm². Võrdluseks olgu märgitud, et meie telliste standardikohane jaotus, mis samuti toimub survetugevuse alusel, näeb ette ainult järgmisi marke: (50), 75, 100, 150. Paindetugevus peab sõltuvalt tellise nõutavast survetugevusest olema vastavalt 12, 17, 22, 28, 40 ja 70 kg/cm². Külmakindluse järgi jaotatakse telliseid külmakindlateks (P 100 kuni P 600) ja mittekülmakindlateks (P 75 kuni P 150). Meie standardi kohaselt peavad tellised olema külmakindlad. Ainult rajoonides, kus keskmine temperatuur on kõrgem kui +10° C, külmakindlust ei nõuta.

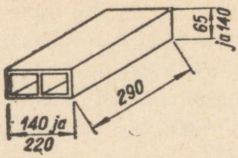
Seega on Tšehhoslovakkia normid külmakindluse kohta vabamad kui ГОСТ-is püstitatud nõuded. Mittekülmakindla tellise kasutamine on piiratud. Neid lubatakse kasutada konstruktsioonides, mis ei allu külma mõjule.

Külmetustsüklite arv, mida külmakindel tellis peab proovimisel taluma, peab olema tellistel P 100 kuni P 200 vähemalt 15 ja tellistel P 350 ja P 600 vähemalt 25. Tellistelt P 75 külmakindlust ei nõuta.

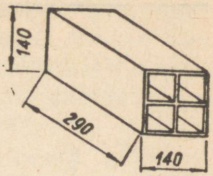
Veeimavus (kaaluliselt) tellistel P 75 kuni P 200 peab olema üle 15%, tellistel P 350 mitte üle 15% ja tellistel P 600 mitte üle 7,5%.



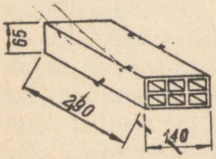
Joon. 1. Õõnestellis.



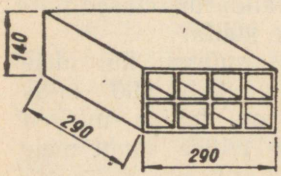
Joon. 2. Kaheõõneline tellis.



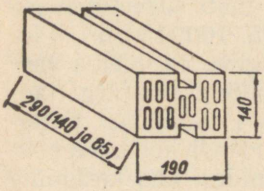
Joon. 3. Neljaõõneline tellis.



Joon. 4. Kuueõõneline tellis.



Joon. 5. Kaheksaõõneline tellis.



Joon. 6. Õõnesplokk.

Väliste tunnuste järgi ja olenevalt mõõdete kõrvalekaldumisest jaotatakse tellised I ja II sordiks. Teatavasti on ГОСТ-is telliste jaotamine väliste tunnuste järgi sortideks alates 1955. aastast annuleeritud.

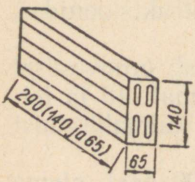
Mõõdete lubatud kõrvalekaldumised on järgmised: pikkuses I sordil +3 kuni —5 mm, II sordil +6 kuni —10 mm; laiuses I sordil +2 kuni —4 mm, II sordil +4 kuni —8 mm; paksuses I sordil +2 kuni —4 ja II sordil +3 kuni —5 mm.

Õõntega seinakive valmistatakse mitmesugustes mõõdetes ja mitmesuguse õõnte kuju, suuruse ning arvuga.

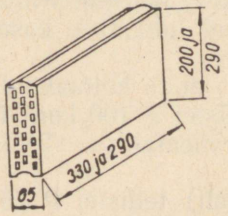
Joonisel 1 on tavalisemaid õõnestelliseid. Neid valmistatakse mõõdetes 290××140×65 ja 290×140×140 mm. Mahukaal alla 1,3 t/m³. Õõnestelliste nõutav survetugevus on 120 kg/cm².

Joonisel 2 on näidatud kaheõõneline tellis, mille pikkus on 290, laius — 140 ja kõrgus — 65 mm. Mahukaal 1,2 t/m³ piires, nõutav survetugevus 60 kg/cm².

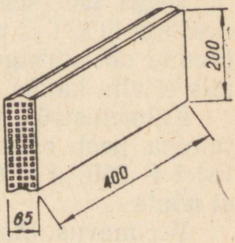
Joonisel 3 on kujutatud neljaõõneline tellis, mille pikkus on 290, laius ja kõrgus — 140 mm. Minimaalne nõutav survetuge-



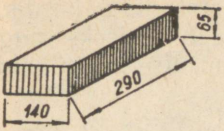
Joon. 7. Õõnesplokk.



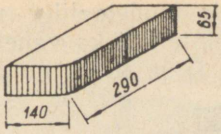
Joon. 8. Vaheseinaplokk.



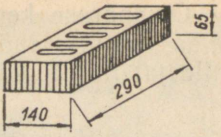
Joon. 9. Vaheseinaplokk.



Joon. 10. Fassaadtellis.



Joon. 11. Fassaadtellis ümardatud nurgaga.



Joon. 12. Õõntega fassaadtellis.

vus — 60 kg/cm². Mahukaal — alla 1,0 t/m³.

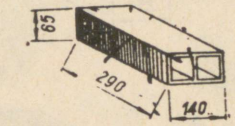
Joonisel 4 on esitatud kuueõõneline tellis, mille pikkus on 290, laius — 140 ja kõrgus — 65 mm. Minimaalne nõutav survetugevus — 60 kg/cm² risti õõntele. Mahukaal — 1,2 t/m³.

Joonisel 5 on kujutatud kaheksaõõneline tellis, mille pikkus on 290, laius — 290 ja kõrgus — 140 mm. Minimaalne nõutav survetugevus risti õõntele — 60 kg/cm². Mahukaal — 0,9 t/m³.

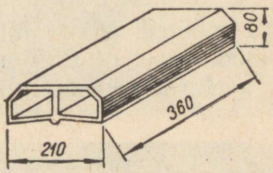
Seina õõnesplokid on toodud joonistel 6 ja 7. Nõutud minimaalne survetugevus risti õõntele on 42,8 kg/cm².

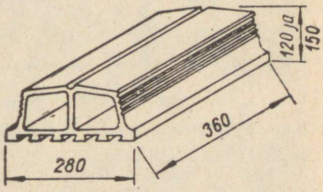
Fassaadtellise põhimõõted on samasugused nagu tavalisel tellisel, s. o. pikkus 290, laius — 140 ja paksus — 65 mm. Peale täisnurkse (joon. 10) kasutatakse ka ümardatud nurgaga fassaadtellist (joon. 11). Õõntega fassaadtellis on näidatud joon. 12 ja 13. Fassaadpindadeks on neil külgpinnad.

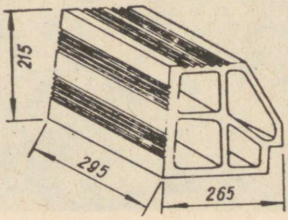
Armokeraamiliste vahelagede ehitamiseks valmistavad keraamikatööstused vahelae täitekive, mille põhitüübid on toodud joonistel 14 ja 15.



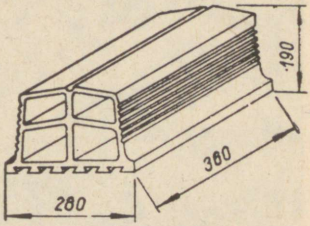
Joon. 13. Õõntega fassaadtellis.





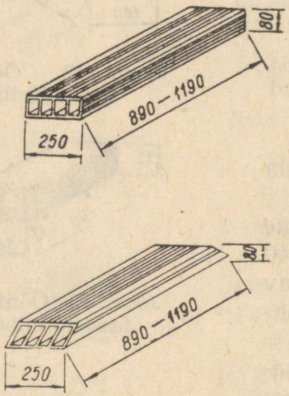


Joon. 15. Vahelaeplokk (miako).

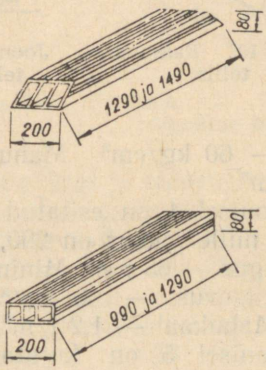


Joon. 14. Vahelaeplokid (simplex).

Omapärase keraamiliste toodete liigi moodustab kivi hurdis, mida võib kasutada nii seinte kui ka vahelagede ehitamiseks ning sillustalana. Joonistel 16, 17 ja 18 on näidatud hurdise põhitüübid



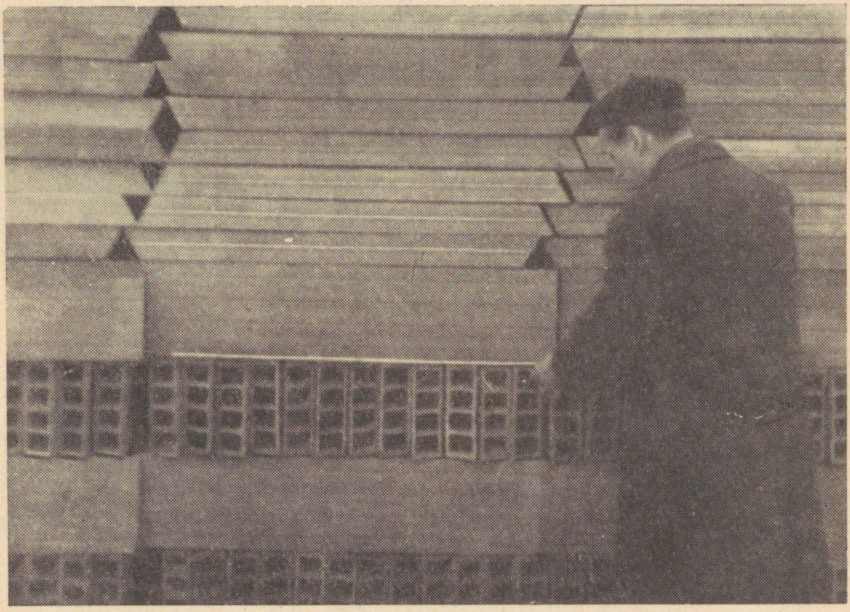
Joon. 16. Neljaõõnelised hurdised.



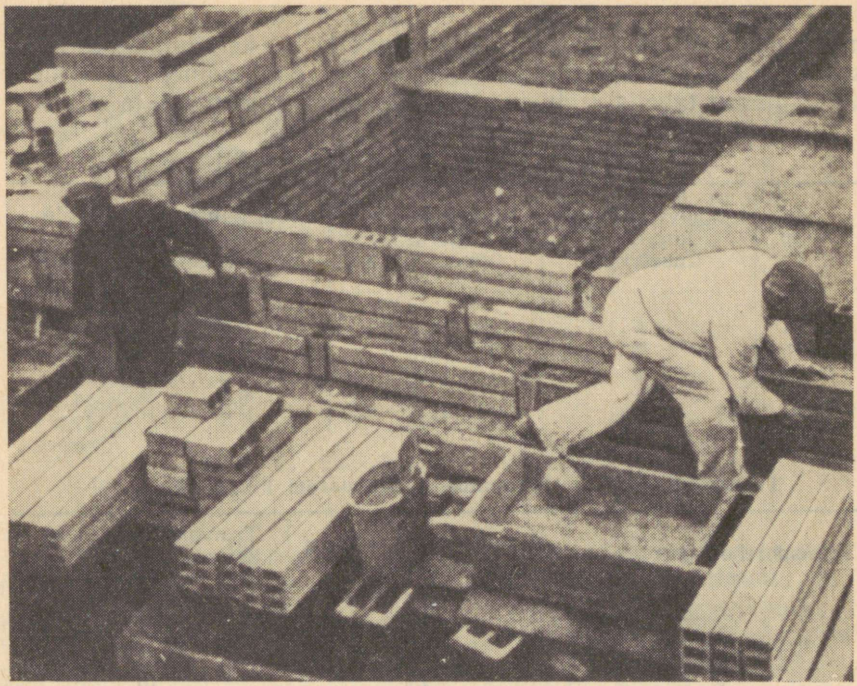
Joon. 17. Kolmeõõnelised hurdised.

ja mõõted. Pikim hurdis-kivi, mida tehniliste tingimuste kohaselt toodetakse, on 239 cm.

Hurdise kasutamist hoone ehitamisel illustreerib foto joonisel 19.



Joon. 18. Keraamilised plokid-hurdised.



Joon. 19. Hoone ehitamine hurdistest.

TOORAINE ETTEVALMISTAMINE

Tšehhoslovakkia tellisetööstuses pannakse tooraine ettevalmistamisele, tooraine töötlemisele suurt rõhku. Kaasajal toimub savi töötlemine vastavate savitöötlemismasinatega, seepärast käsitledes tooraine ettevalmistamist, tuleb vaadelda neid seadmeid, milliseid Tšehhoslovakkias selleks kasutatakse. Samuti on oluline seadmete paigutuse järjekord tehnoloogilises liinis, mida käesolevas peatükis käsitletakse. Olgu märgitud, et kõiki siin kirjeldatud savitöötlemisseadmeid valmistatakse Tšehhoslovakkia masinaehitustööstuse poolt.

Kui katusekivide ja teiste paremat töötlemist nõudvate keraamiliste toodete valmistamiseks kasutatakse Tšehhoslovakkias ka looduslikku töötlemist — laagerdamist ületalve, laagerdamist savihoidlates ja pimikutes, siis telliste tootmisel kaasaja mehhaniseeritud tellisetootmise ettevõtetes sellist looduslikku töötlemist ei rakendata.

Tooraine ettevalmistamine peab algama juba karjääris. Nagu meilgi, nii kasutatakse ka Tšehhoslovakkias põhiliselt savi kae-

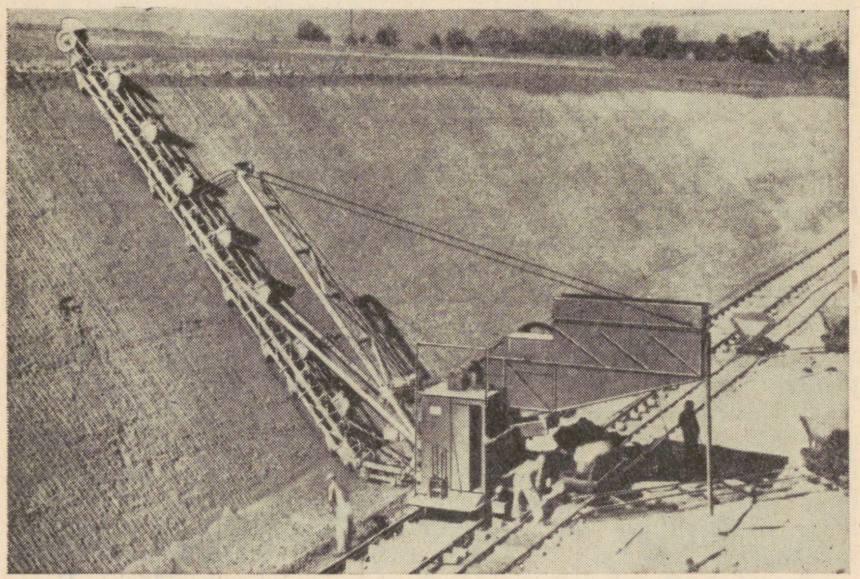
vandamiseks paljukopalisi ekskavaatoreid. Tšehhoslovakkia masinaehitustööstuse poolt väljalastavate ja keraamikatööstuses kasutatavate paljukopaliste ekskavaatorite põhiandmed on toodud alljärgnevas tabelis (tähistused vt. skeemidelt joon. 21 ja 22).

Paljukopalised ekskavaatorid (joon. 21)

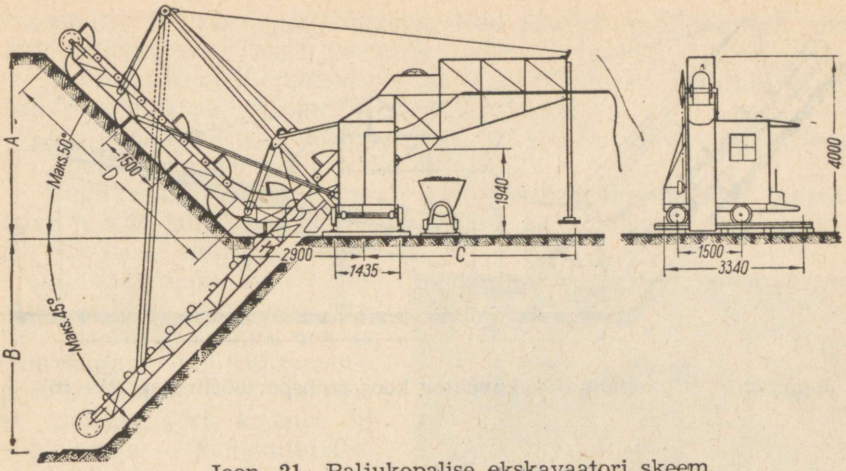
Tüüp	Kaevandamis-kõrgus *A* (meetrites)	Kaevandamis-sügavus *B* (meetrites)	Toe kaugus *C* (meetrites)	Noole pikkus *D* (meetrites)
C 5	5	4,7	3,8	5,7
C 7	7	6,7	4,8	8,5
C 9	9	8,7	4,8	10,6
C 12	12	11,6	6,2	14,1
C 15	15	14,6	7,5	17,6

Transportöörlint paljukopalise ekskavaatori küljes (joon. 22)

Transportööri pikkus *A* (meetrites)	Transportööri kõrgus maapinnast *B* (meetrites)	Transportööri heite-kaugus ekskavaatori teljest C (meetrites)
6	3,6	7
9	4,7	10



Joon. 20. Savi kaevandamine paljukopalise ekskavaatoriga.



Joon. 21. Paljukopalise ekskavaatori skeem.

Nagu nähtub skeemidest joon. 21 ja 22, on ekskavaatorite noolte raamidel šarniirid, mis võimaldavad savi kaevandada karjääri eest paralleelselt. Paralleelsel kaevandamisel, võrreldes sektorilise kaevandamisviisiga, on eeliseks asjaolu, et sellega kindlustatakse pidevalt ühtlane savi keskmine koostis kogu savikarjääri ee kõrguses ka siis, kui savilade on erinevate kihtidega. See ühtlus on juba üheks homogeense tooraine saamise eelduseks.

Enamikus tehastes toimub savi kaevandamine ülalt alla, kui seda võimaldab saviladem ete iseloom. Ülalt kaevandamist peetakse paremaks, võrreldes alt kaevandamisega, selle tõttu, et savi seguneb paremini. Kopa poolt lahtikaevandatud savi variseb mööda nõlvakut alla varem sinna varisenud savitükkidele, kust siis kopp haarab juba segu paljudest tükkidest.

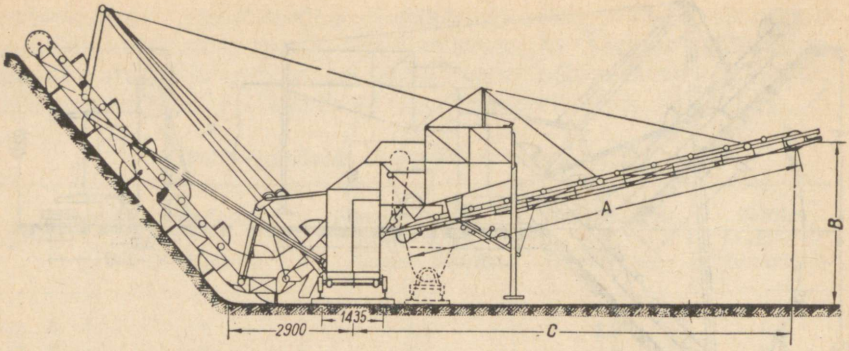
Telliste valmistamisel esineb juhtusid, kus mullakamarat savi pealt ei koorita, vaid see läheb koos saviga segu hulka. Nii näiteks ühes tehases 30 cm paksust kamarkihti ja seal kasvavat rohtu ei eraldatud, vaid see läks koos 7 m kõrguse savikihiga tootmisse.

Mõningatel juhtudel kasutatakse kõvade savide kaevandamiseks ka ühekopalisi ekskavaatoreid.

Savi transportimiseks karjäärist tehasesse kasutatakse peamiselt rööbasteed, mõningatel juhtudel köisteed. Köistee transpordivahendina on küllalt levinenud, mis on ka arusaadav, kui arvestada Tšehhoslovakkia mägist reljeefi.

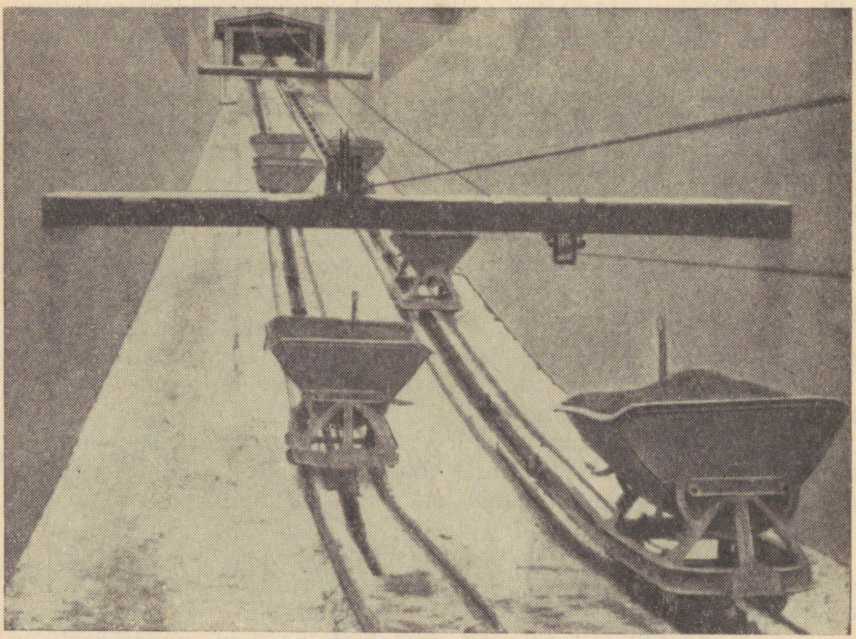
Savi sisetranspordiks tehases kasutatakse veel kettvedu (vt. joonis 23), vintse, tõstukeid ja linttransportööre, savivagonettide veoks mootor- ja elektrivedureid.

Sisetranspordil kasutatavad metallist kausstransportöörid on mitmesuguse pikkusega. Kausstransportööri liikuv lint koosneb 3 mm paksusest ja 150 mm laiusest teraplekist painutatud,



Joon. 22. Paljukopaline ekskavaator koos transportöörlindiga (skeem).

üksteise servi katvatest kaussidest. Kausside pikkus, seega ka transportööri laius on 400—800 mm. Kausside linti veab külgedel asuv lülikkett. Keti lülid on needitud kausi mõlema otsa külge. Keti veoratta hambad hambuvad keti lülidesse. Transportööri jooksurattad on kinnitatud pikendatud teraspoltidele, mis asuvad mõlemal pool transportöörlinti kindla sammu järel. Rattad veerevad



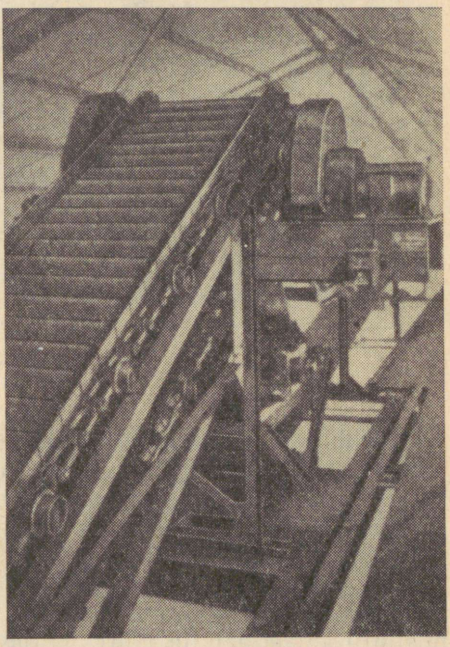
Joon. 23. Vagonettide transport lõputu veoketiga mööda estakaadi savitöötlemise seadmete juurde.

transportööri raami juhtrööbastel. Nad asuvad kuullaagritel, mis kindlustavad lindi kerge jooksu ja väikese kulumise.

Transportööri liikumiskiirus on 8—15 cm/sek. Tarvilik võimsus 50 m pikkuse lindi puhul on umbes 10 HJ.

Kausstransportööri tõstenurgaks on ≈ 33°. Savi võib sellega transportida ka murtud kallaku all.

Väga otstarbekas on savi transportida ühe masina juurest teise juurde künatransportööriga (joon. 24). Sellega saab transportida savi kaldega 45° — seega saavutada suuri kõrgusi väikeste kauguste juures. Konstruktsioonilt on ta samasugune kui kausstransportöör, ainult selle vahega, et transportööri kausid on sügavamad — künakujulised.

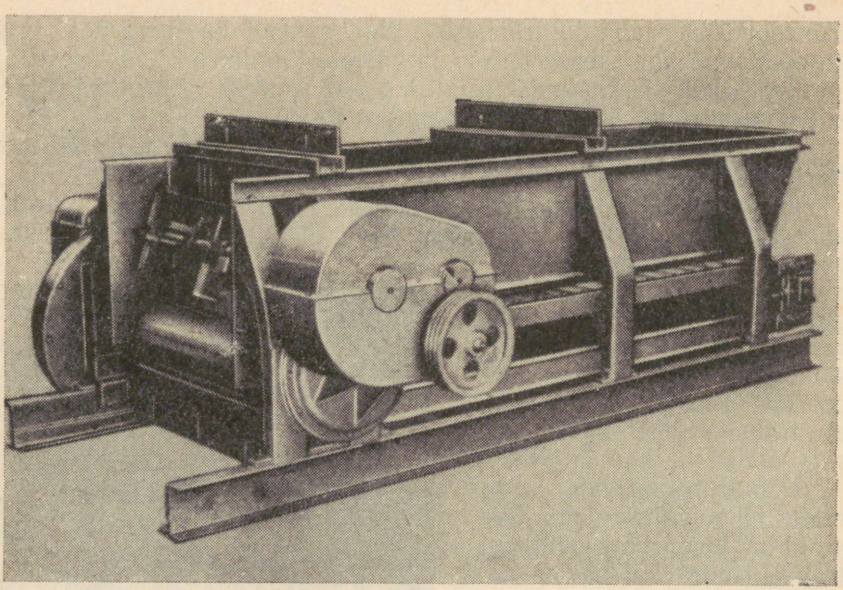


Joon. 24. Künatransportöör.

Künatransportööril on raske teha kallakus murdeid, seetõttu peab savi langema transportööri kaldosale, mis tekitab mõningaid raskusi. Künade korrapäraseks tühjendamiseks ja savi kogunemise vältimiseks küna põhja on transportööri ülaotsas spetsiaalne tühjendaja, mille nuga lõikab savi mööda küna põhja ja otsi lahti.

Küna- või kausstransportööride kasutamiselevõtmine ka meie keraamikatehastes omab küllalt suurt tähtsust. Savi töötlemise parandamisel, s. o. uute savitöötlemisagregaatide, nagu valtside ja savikolleri rakendamisel tuleb korraldada ökonoomne savi transport ühe masina juurest teise juurde. Seni kasutatud kummilinttransportöörid, kus transportööri maksimaalseks kaldeks on 23°, tuleb rajada piki ehitusi, mis olemasolevate tehaste juures on mõnikord praktiliselt võimatu, kuid igal juhul nõuab suuri kulutusi hoonete ja galeriide ehitamisel. Küna- ja kausstransportöörid on konstruktsioonilt lihtsad ja nende valmistamine Eesti NSV masinaehitustehastes ei tekita mingeid raskusi.

Savitöötlemisseadmete ülesandeks on karjäärist kaevandatud ja tehase juurde transporditud savi selline ettevalmistamine, et ta koos vajalike lisanditega moodustaks ühtlase, homogeense massi. Ettevalmistusmenetlustena tuntakse märgmenetlust ja kuivmenetlust.



Joon. 25. Kastetteandja.

Tšehhoslovakkia tellisetööstuses kasutatakse põhiliselt märgmenetlust ja sellele menetlusele omaseid savitöötlemisseadmeid: kollerveskeid, valtse, segisteid, saviraspleid jne.

Savi ja lisandite etteandmiseks savitöötlemismasinatesse vajalikes proportsioonides kasutatakse Tšehhoslovakkias kastetteandjat ja trummeletteandjat. Kastetteandjad sarnanevad tüübilt ja konstruktsioonilt enam-vähem meil kasutatavate kastetteandjatega, mistõttu kastetteandja juures ei ole vaja lähemalt peatuda. Joonisel 24 on toodud Tšehhoslovakkia masinaehitustööstuse poolt valmistatava kastetteandja foto.

Eelistatum on kastetteandja lindi pidev, tõugeteta liikumine.

Eesti NSV-s ei ole senini kasutatud trummeletteandjat, kuid arvesse võttes ta töö mõningaid hüvesid, omab kahtlemata tähtsust ka selle seadme juurutamine meie keraamikatööstusesse.

Üks Tšehhoslovakkias valmistatava ja kasutatava trummeletteandja tüüpidest on kujutatud joonisel 26.

Trummeletteandjat kasutatakse savi etteandmiseks nii ettevalmistus- kui ka vormimisseadmetele. Viimasel juhul täidab ta ka väikese tagavarapunkri ülesannet ning võimaldab töötada vormimisseadmel ühesuguse koormatuse ja jõudlusega.

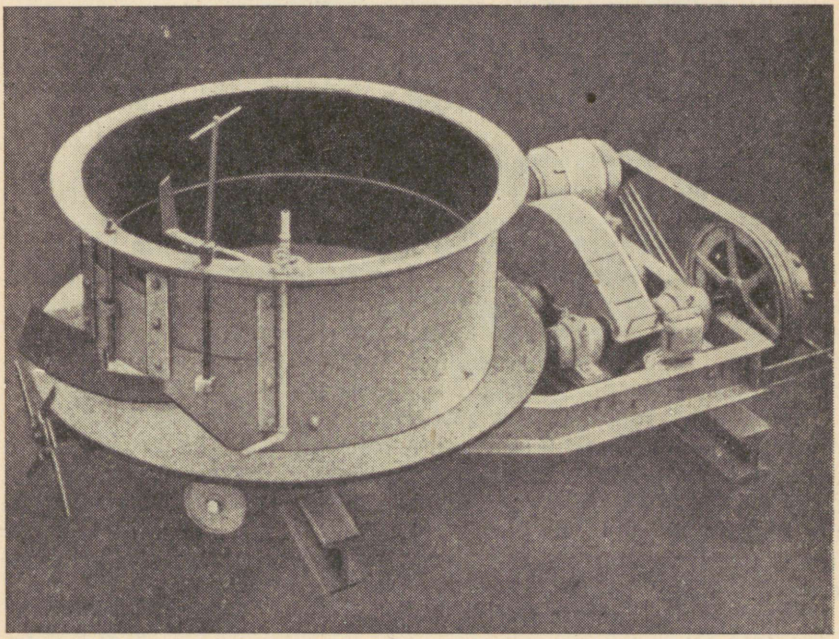
Kui pressitakse keraamilisi tooteid (plokke, katusekive, drenaažtorusid) savihoidlas laagerdatud savist tehnoloogilise skeemi kohaselt: → savihoidla → paljukopaline ekskavaator → linttransportöör → vormimisseade → , on trummeletteandja vormimis-

seadme ees kui mitte just vältimatult vajalik, siis väga sobiv vormimisseadme ühtlase, häireteta töö kindlustamiseks. On ju praktiliselt võimatu kindlustada paljukopalise ekskavaatoriga savikaevandamist täpselt sama jõudlusega, kui on vormimisseadme jõudlus. Ikka kaevandab ekskavaator savi kas rohkem või vähem, kui on vormimisseadme optimaalne jõudlus. Näiteks tekib lünke savi etteandmises ekskavaatori ümberpaigutamisel savihoidlas ühest kohast teise. Ekskavaatori pideva töö korral võib jälle vormimisseadme toitekoludesse kuhjuda savi, kui vormimisseade ei võimalda kogu savi läbi pressida.

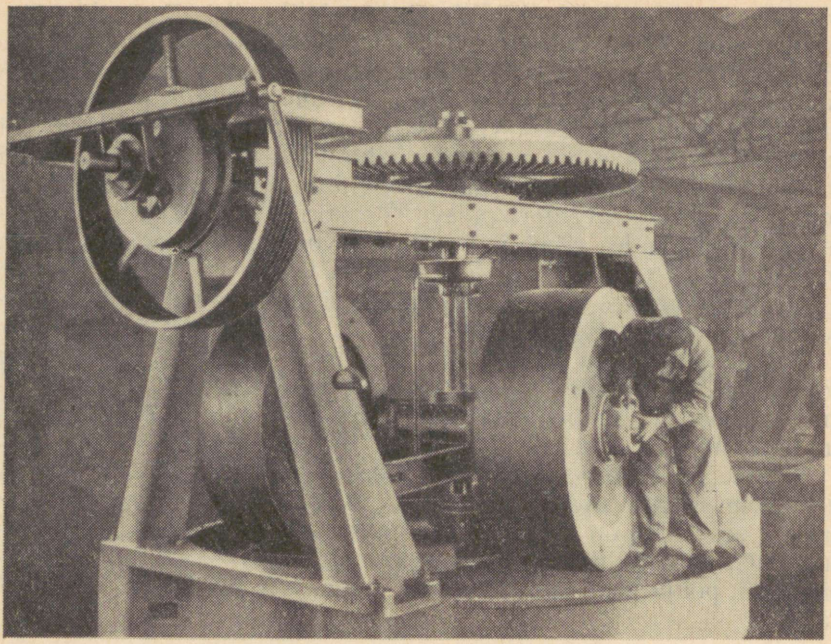
Selliseid häireid soodustab veelgi silmside puudumine savihoidla ja vormimistsehhi vahel.

Trummeletteandja koosneb vertikaalsest silindrist, millel on pöörlev põhi. Silindri põhjas asub tiivik, tavaliselt kolmeharuline, mis pöörleb ümber oma telje. Tiiviku telg langeb kokku etteandja silindri teljega.

Tiiviku pööreldes segatakse silindris asuv savi pidevalt läbi ja surutakse silindri ava kaudu välja. Ava suurus, seega ka etteantava savi hulk on siibriga reguleeritav. Savi väljasurumise hõlbustamiseks ja põhja puhastamiseks on, nagu see nähtub ka jooniselt 26, põhja peal savi korjamise nuga, mis juhib savi silindrist välja.



Joon. 26. Trummeletteandja.



Joon. 27. Kollerveski.

Trummeletteandja, mille maht on 1 m^3, silindri läbimõõt — 1500 mm, silindri kõrgus — 700 mm, suudab ette anda 6—8 m^3 savi tunnis, vajades jõuseadet võimsusega $\approx$ 9 kW.

Nagu nähtub toodud jõudluse arvudest, on trummeletteandja, võrreldes tavaliselt kasutatavate kastetteandjatega, väiksema etteandmise võimsusega ega rahulda seetõttu kaasaegseid mehhaniseeritud tellisetehaseid. Ka tekitab trummeletteandja toitmine, näiteks kallutatavatest vagonettidest, teatud raskusi, kuna ta mahutavus on väike. Peale selle saab trummeletteandjaga ette anda ainult ühe komponendi. Mitme komponendi etteandmisel tuleb kas üles seada mitu trummeletteandjat või teisi toiteseadmeid.

Trummeletteandja eeliseks, võrreldes kastetteandjaga, on see, et temaga saab doseerida, ette anda ka märgi, sitkeid savisid, mida kastetteandjaga teha ei saa, kuna viimasel jääb savi siibrite taha kinni. Kuna Eesti NSV-s on enamuses märjad savid (välja arvatud kembriumi sinisavi ja enamik devonisavisid), siis silinderetteandja kasutamiselevõtmine õigustab end, eriti väiksemates tehastes.

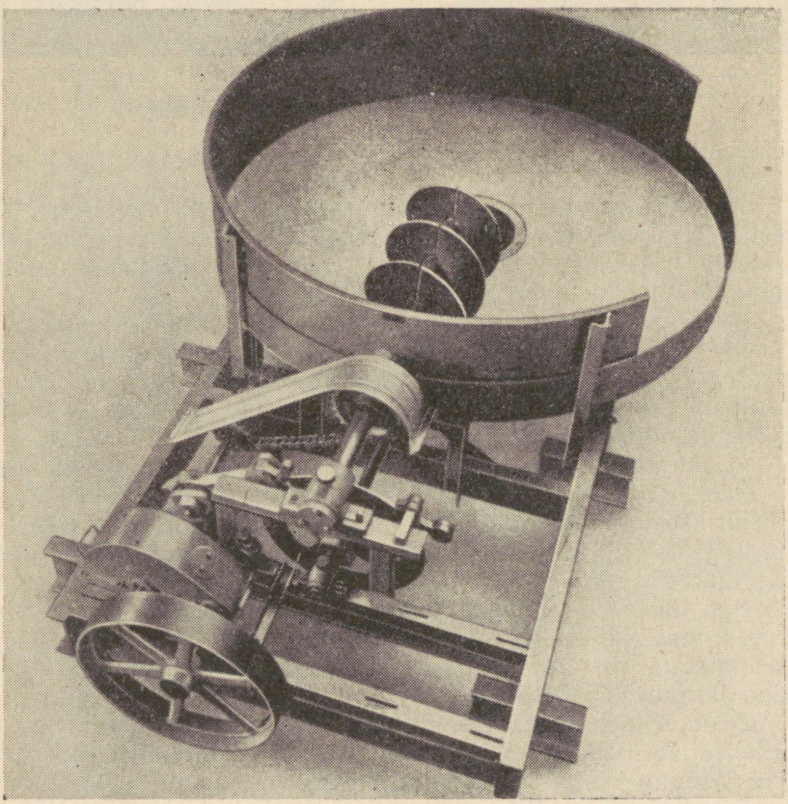
Põhiliseks seadmeks, mis kindlustab savi hea ettevalmistuse, selle läbisõtkumise, purustamise ja peenestamise, on kollerveski. Kollerveskit kasutatakse kõigis suuremates tehastes. Tšehhoslovak-

kia masinaehitustööstuse poolt väljalastav kollerveski on toodud joonisel 27. Üldiselt on konstruktsioon sarnane meil NSV Liidus toodetavate kollerveskite selle tüübi konstruktsioonile, millel rattad on liikuvad ja põhi seisab paigal. Fotol kujutatud kollerveski põhi on kaetud vahetatavate plaatidega. Kollerveski selle ratta tee, mis asub tsentrile lähemal, on moodustatud perforeeritud plaatidest, kuna välimise ratta tee plaadid on aukudeta. Välimine ratas, rulludes üle savi, purustab, hõõrub ja sõtkub savi; sisemine ratas surub savi läbi sisemise tee perforeeritud plaatide.

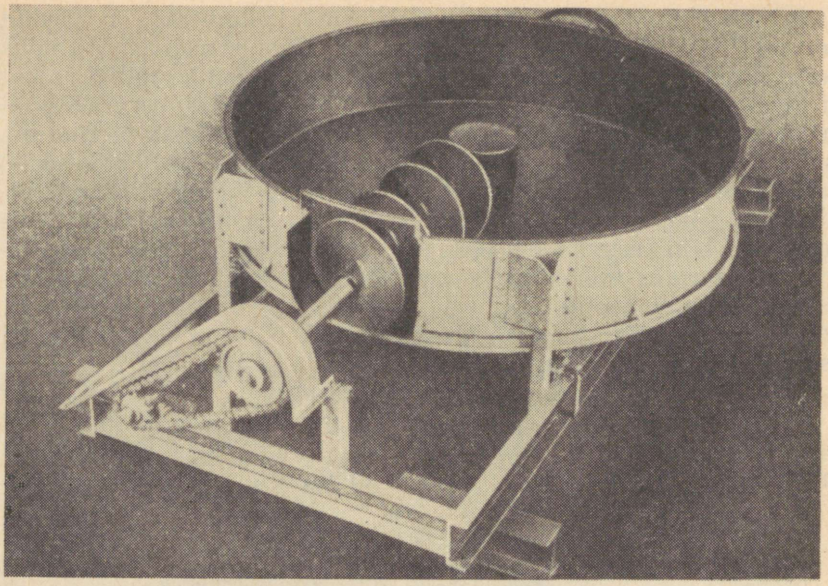
Savi märjaks töötlemiseks valmistatakse kaht tüüpi kollerveskeid. Väiksemal, tootlikkusega 5—8 m^3/tunnis, on rataste läbimõõt 1250 mm ja suuremal, tootlikkusega 10—15 m^3/tunnis — 1500 mm. Esimest käitava elektrimootori võimsus on 15 kW, teisel 20 kW.

Koos kollerveskiga kasutatakse taldriksegistit (vt. joonis 27).

Taldriksegisti on ette nähtud kollerveskis peenestatud savi segamiseks ja ta paigutatakse kollerveski alla nii, et viimase perforeeritud plaatidest läbisurutud savi kukub otseselt taldriksegistile.



Joon. 28. Taldriksegisti tühjenemisavaga tsentris.



Joon. 29. Taldriksegisti tühjenemisavaga ääres.

Taldriksegisti koosneb: 1) malmist valmistatud aeglaselt pöörlevast, horisontaalsest taldrikust, mis käitatakse koonushammasrataste ja friktsioonülekande kaudu, ning 2) teost, mis pannakse liikuma kettülekande abil.

Kogu seadet käitatakse elektrimootorilt või transmissioonilt.

Taldrik on asetatud suureläbimõõdulisele rull-laagrile ja taldriku rõngas toetub rullidele. Teo telgsurve võtab vastu kuullaager. Taldrik on ümbritsetud metallkestaga ja kogu sõlm on monteeritud keevitatud raudkonstruktsioonile.

Savi tühjendamise ava asub kas taldriku tsentris või ääres (vt. joon. 28 ja 29).

Taldriksegisti töötamisel, kui taldrik teeb näiteks 1 pöörde 5—10 minuti jooksul, langeb kollerveskist, mille rattad teevad 16—22 pööret minutis, ligikaudu 100—200 kihti kolleris purustatud savi, mida tigu lükkab väljumisava poole. Sel viisil saadakse isegi ebaühtlasest materjalist ühtlane, hästi läbisegatud materjal.

Valmistatavate taldriksegistite tootlikkus ja energiatarvitus on toodud järgnevas tabelis.

Meie masinaehitustööstuse poolt valmistatavatel kollerveskitel kogutakse läbi põhja pressitud savi taldrikuga, mis pöörleb ja millelt savi kogub vastav kogumisnuga ning suunab selle üle taldriku ääre. Tigukogujat taldriku peal meie kolleritel ei ole. Koguja taldrik on kollerveski lahutamatu osa. Seevastu taldriksegisti, nagu

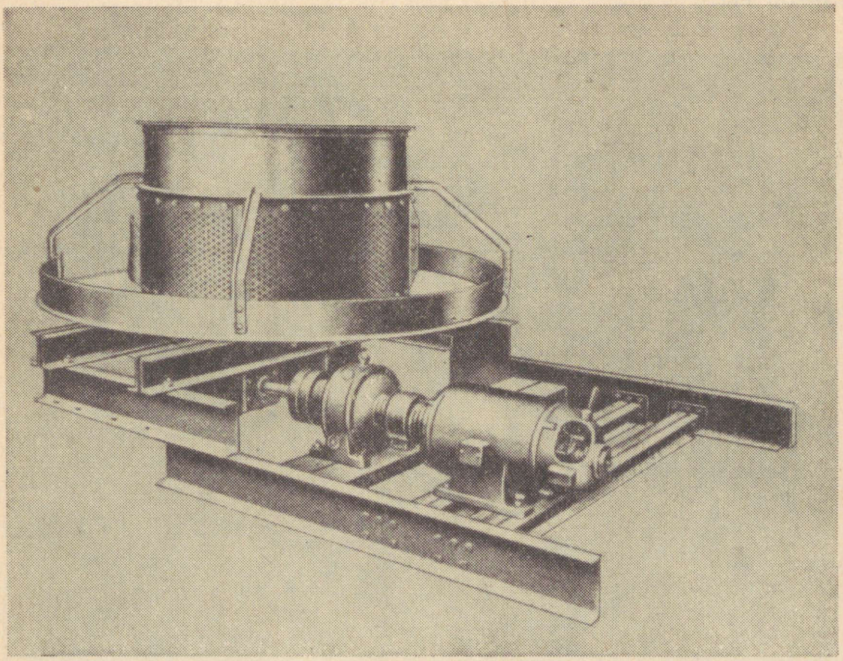
Andmeid taldriksegistite kohta

Tootlikkus m^3/tunnis	Vajalik elektrimootori võimsus kW	Taldriku läbimõõt mm	Seadme kaal koos raamiga kg
6—8	4	2200	2500
8—10	5	2500	2800
12—15	6	2800	3200

seda toodetakse ja kasutatakse Tšehhoslovakkias, on eri seade, kuigi seda kasutatakse koos kollerveskiga.

Kahtlemata on taldriksegisti, silmas pidades, et ta ühtlustab segu koosseisu, ühenduses kollerveskiga vajalik seade, mida võiks ja tuleks rakendada ka meie keraamikatööstuses.

Pehmete või esialgselt juba purustatud savide ettevalmistamiseks kasutatakse Tšehhoslovakkias savirasplit (joon. 30), mis on meil küll tuntud, kuid vähe kasutamist leidnud. Näiteks kasutatakse Pärnu tellisetehases tema ehitamisest saadik kuni käesoleva ajani põhilise savi ettevalmistamise seadmena samasugust savirasplit. Saviraspel on väga efektiivne savi ettevalmistamise ja segamise seade. Ta kujutab endast savi etteandja ja saviettevalmistusseadme.



Joon. 30. Saviraspel.

kombinatsiooni, mis on välja arenenud trummeletteandjast. Seda võib rakendada ka väga rasvaste, kuid mitte mingil juhul kivesisaldava savi ettevalmistamiseks. Samuti suurepäraselt sobib saviraspel savihoidlas laagerdunud savi järelsegamiseks ja ühtlustamiseks. Saviraspli õige asukoht on tootmise tehnoloogilises liinis kollerveski ja valtside järel, kus ta aitab ühtlasi vältida struktuuripragusid.

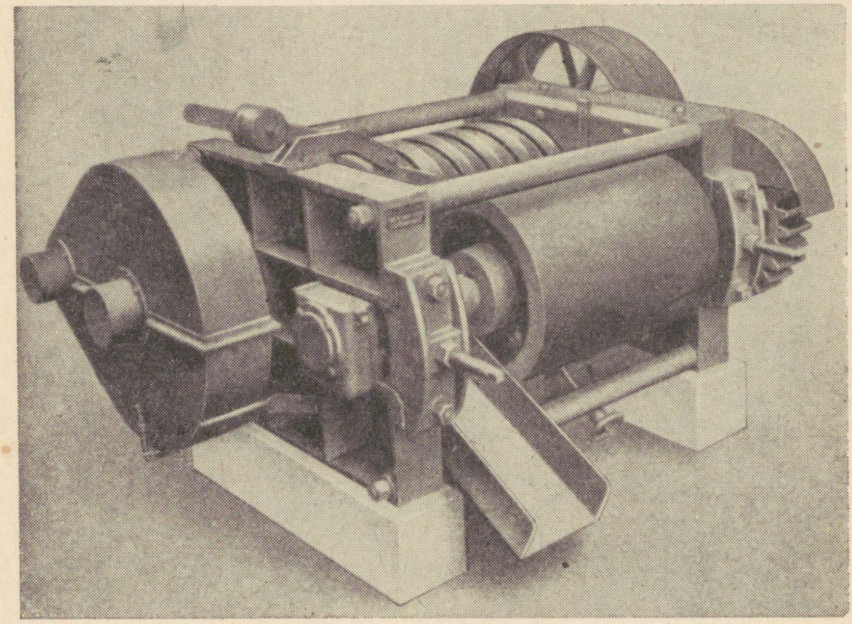
Katusekivide tootmisel on saviraspli sobiv kasutada värske savi segamiseks katusekivide pressimisel saadavate savijäätmetega.

Saviraspli põhiosadeks on vertikaalne, põhjaga metallsilinder, kogujataldrik kogumisnoaga, pöörlev tiiviksegaja silindri sees, telg koos telje laagriga ja käitamisseade.

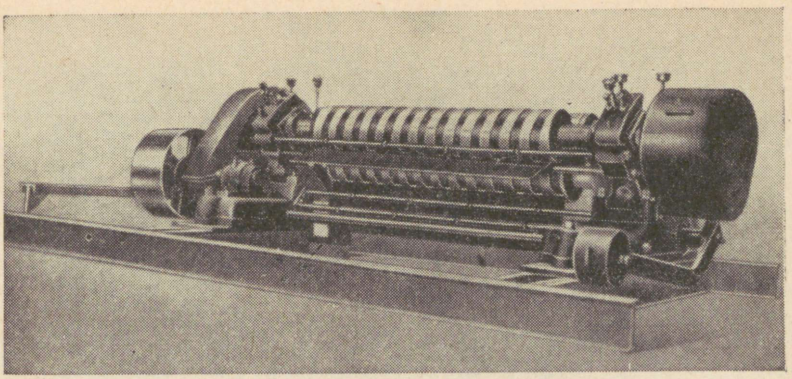
Saviraspli silindri ülemine osa koosneb aukudeta, tugevast terasplekist plaatidest, alumine osa aga kulumiskindlatest perforeeritud plaatidest. Viimased on vahetatavad.

Savirasplisse puistatud materjal haaratakse pöörleva tiiviksegisti labade poolt, segatakse ja sõtkutakse hästi segamini ning surutakse läbi perforeeritud külgplaatide. Läbisurutud savi kukub pöörlevale koguja taldrikule, millelt kogumisnuga savi pealt ära lükkab selle edasiseks töötlemiseks järgmises savi ettevalmistamise või ka vormimise masinas.

Savirasplite tootlikkus on 4—15 m^3/tunnis, vajalik võimsus 15—50 HJ.



Joon. 31. Kivieraldamisvalts.

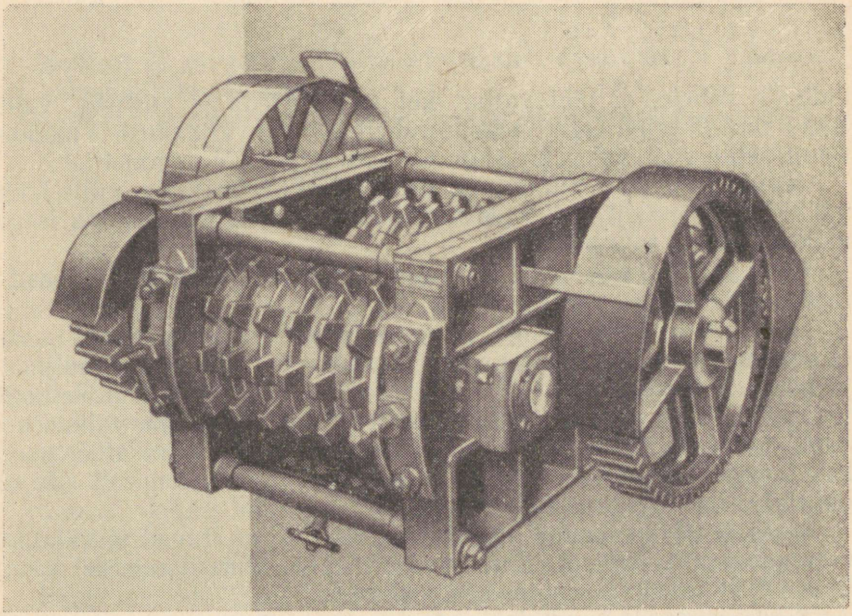


Joon. 32. Kivieraldamisvalts (kolme valtsiga).

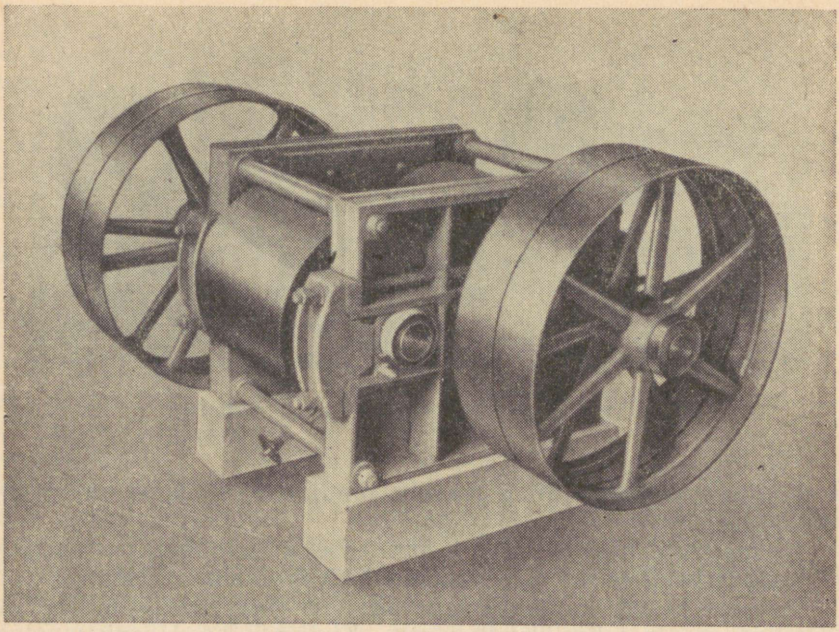
Savirasplit võib nagu trummeletteandjat kasutada ka savi etteandmiseks.

Kivide eraldamiseks savist kasutatakse ja valmistatakse Tšehhoslovakkias joonistel 31 ja 32 näidatud kivieraldamisvaltse.

Joonisel 31 on kujutatud kahevaltsiline kivieraldaja, millel üks valts on sile ja teine kruvilõikega. Kivi, mis koos saviga satub



Joon. 33. Hammasvalts.



Joon. 34. Peenjahvatusvalts.

valtside vahele, ei läbi valtse, kui valtsid teda ei purusta, vaid liigub mööda kruvilõiget valtside vahelt kõrvale välja, kust ta mööda renni satub vastavasse kivikogumise punkrisse või vagonetti.

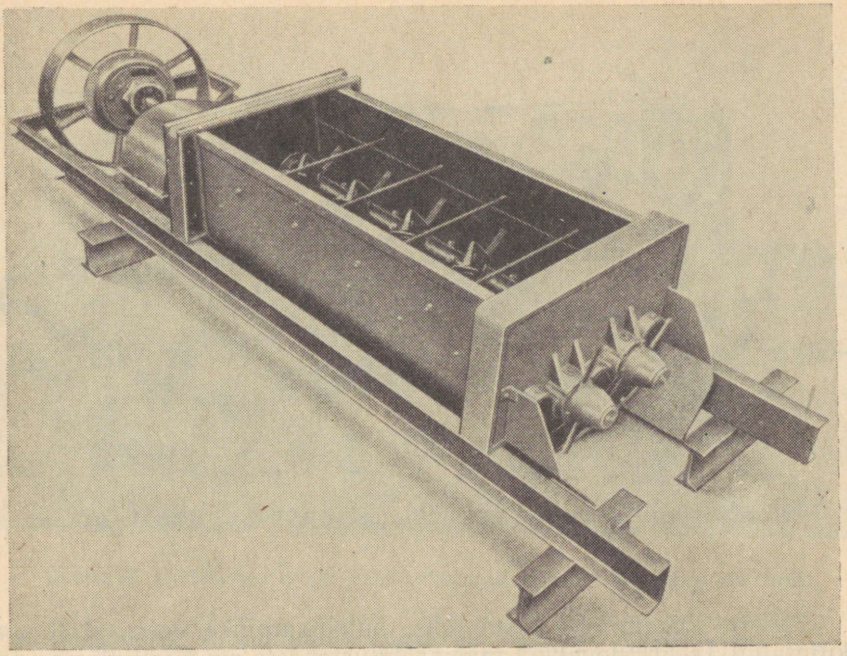
Joonisel 32 on kujutatud kolmevaltsiline kivieraldaja, mille kõik valtsid on kruvilõikega. Need valtsid on suutelised eraldama isegi väikese pähkli suurusi kive.

Kivieraldamisvaltsid asuvad eespool teisi savitöötlemise seadmeid, savietteandja järel.

Savivaltsid, nagu meilgi, on tellisetehastes levinenumaid savivettevalmistusseadmeid. Valtside ülesanne on peenestada, muljuda ja hõõruda (diferentsiaalvaltsid) savi. Nende tavaline koht telliste tootmise tehnoloogilises liinis on kollerveski järel. Kuna valtsid on väga tavalised seadmed ja Tšehhoslovakkia keraamikatööstuses kasutatavad valtsid ei erine meil kasutatavatest valtsidest, siis ei ole tarvis nende juures lähemalt peatuda.

Joonisel 33 on toodud Tšehhoslovakkias kasutatavad ja valmistatavad hammasvaltsid kõvade savitükkide purustamiseks ning joonisel 34 tavaline peenjahvatusvalts.

Savisegistitena kasutatakse ühe ja kahevõllilisi käppsegisteid nagu meie keraamikatööstuseski.



Joon. 35. Kahevõlline savisegisti.

Joonisel 35 on toodud Tšehhoslovakkias kasutatav ja valmistatav kahevõlliline savisegisti.

Uusimatel tellisepressi tüüpidel on segisti koos pressiga.

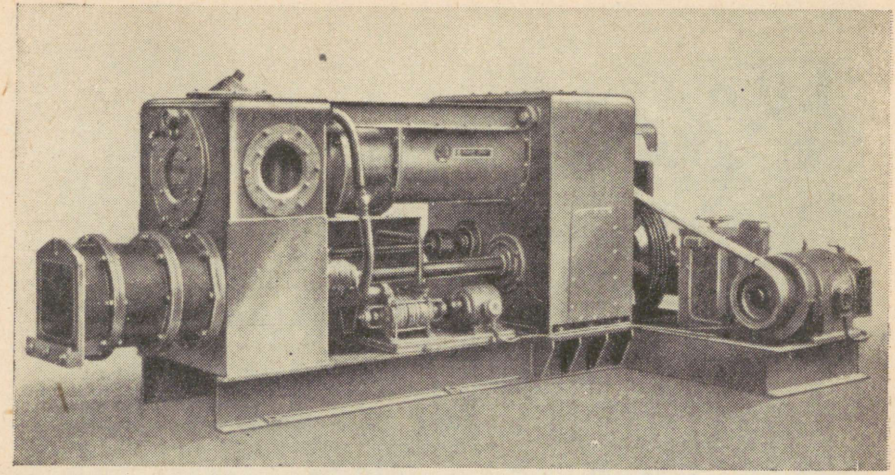
VORMIMINE

Telliste vormimine Tšehhoslovakkias toimub kuni viimase ajani ainult plastilisel menetlusel. Tehaseid telliste pressimiseks kuivmenetlusel ei ole ehitatud.

Põhilisteks telliste pressimise agregaatideks on lintpressid, mida Tšehhoslovakkia masinaehitustööstus ise valmistab. Suurimate presside pressimissilindri läbimõõt on 500 mm ja tootlikkus 35—40 tonni, s. o. kuni 7000—8000 tellist tunnis. Pressi võimsus on 45—60 HJ. Uuemad pressid on vaakuumpressid (joon. 36).

Samuti valmistatakse väiksema võimsusega lintpresse. Joonistel 36—39 on kujutatud Tšehhoslovakkias valmistatavad ja kasutatavad lintpressid mitmesuguse pressimissilindri läbimõõduga.

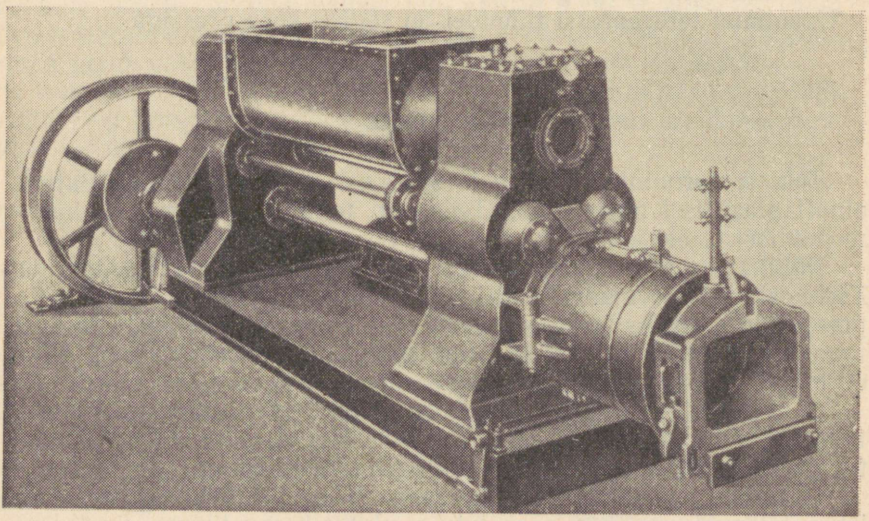
Peamiselt on välja arendatud astmelise pressimisteoga pressid, kuna selliseid pressitüüpe peetakse vajalikuks kvaliteetse toodangu saamisel.



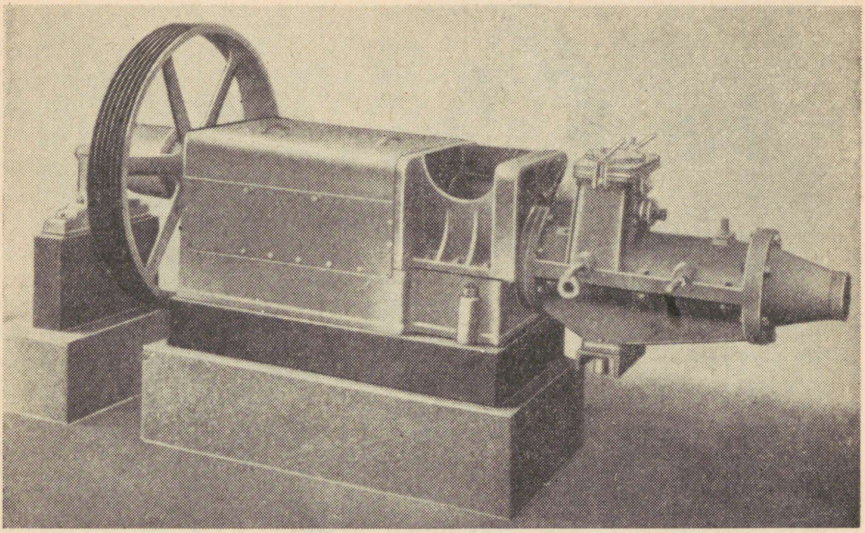
Joon. 36. Astmelise teoga vaakuumlintpress, silindri läbimõõt 400 mm.

Telliste lõikamiseks kasutatakse automaatpinke. Joonisel 40 on kujutatud Tšehhoslovakkia masinaehitustehaste poolt väljalastav ja tellisetehastes kasutatav automaatlõikepink, mille tootlikkus on 6000 tellist tunnis.

Kõigis suuremates tehastes töötab automaatlõikepink koos tel-

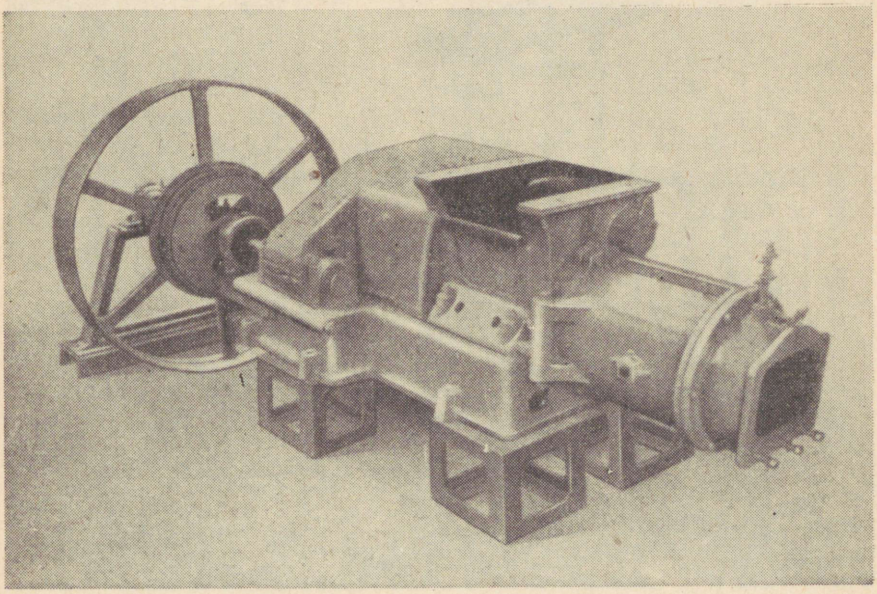


Joon. 37. Astmelise teoga vaakuumlintpress, silindri läbimõõt 350 mm.

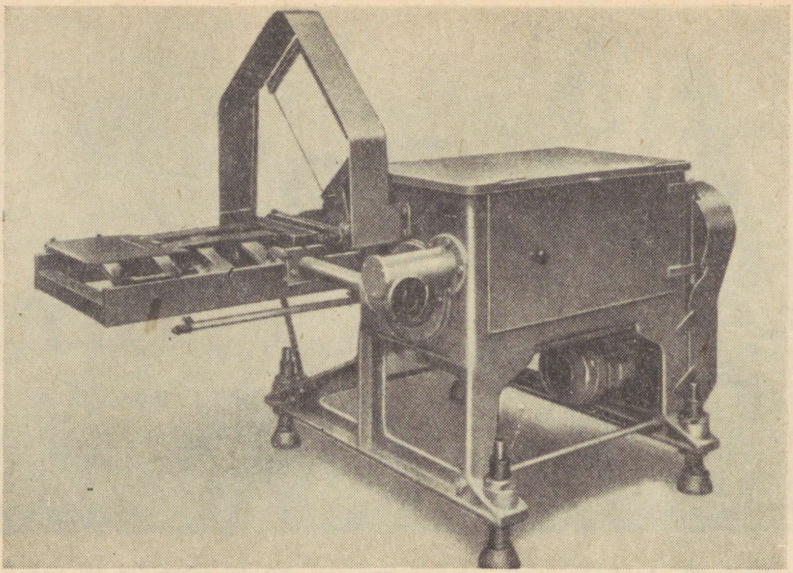


Joon. 38. Astmelise teoga vaakuumpress, silindri läbimõõt 180 mm.

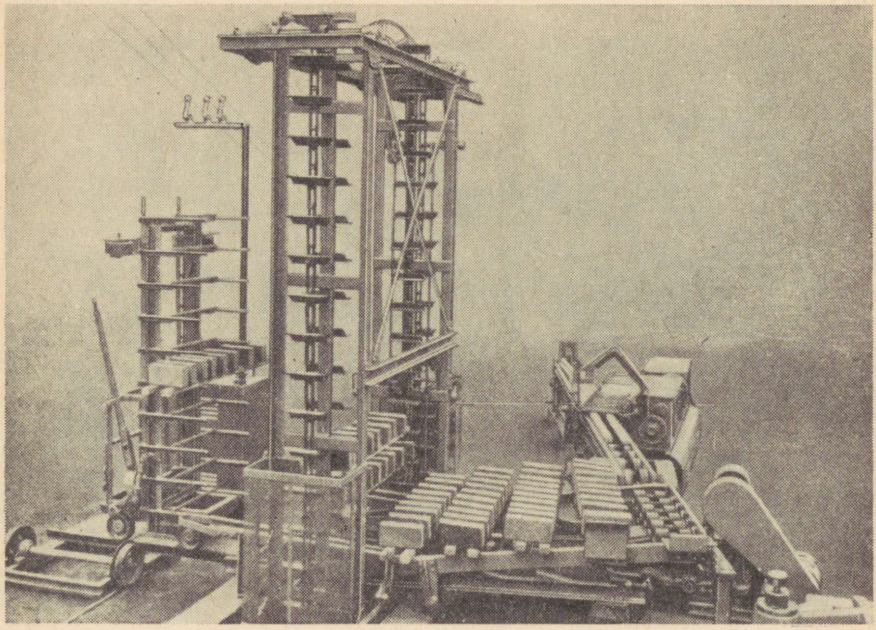
liste laadimise automaadiga (joon. 41), moodustades telliste lõikamise-laadimise automaadi. Selle automaadi tootlikkus on 6000 tellist tunnis.



Joon. 39. Astmelise teoga lintpress, silindri läbimõõt 300 mm.



Joon. 40. Telliste automaat-lõikepink.



Joon. 41. Telliste laadimise automaat.

Nagu nähtub jooniselt 41, sarnaneb Tšehhoslovakkias valmistatav ja kasutatav lõikamise-laadimise automaat üldiselt tuntud kelleri automaadile. Taoline leidis kasutamist ka Tallinnas endises Kopli tellisetehases.

Lõikamise-laadimise automaadid töötavad laitmatult ja neid on tarvis laialdasemalt juurutada ka meie tellisetööstustes.

KUIVATAMINE

Tellisplonnide kuivatamine Tšehhoslovakkia aastaläbi töötavates tehastes toimub kamberkuivatites. Samuti kasutatakse ahjupealseid kuivateid. Peamiseks kamberkuivati tüübiks on altneri kuivati.

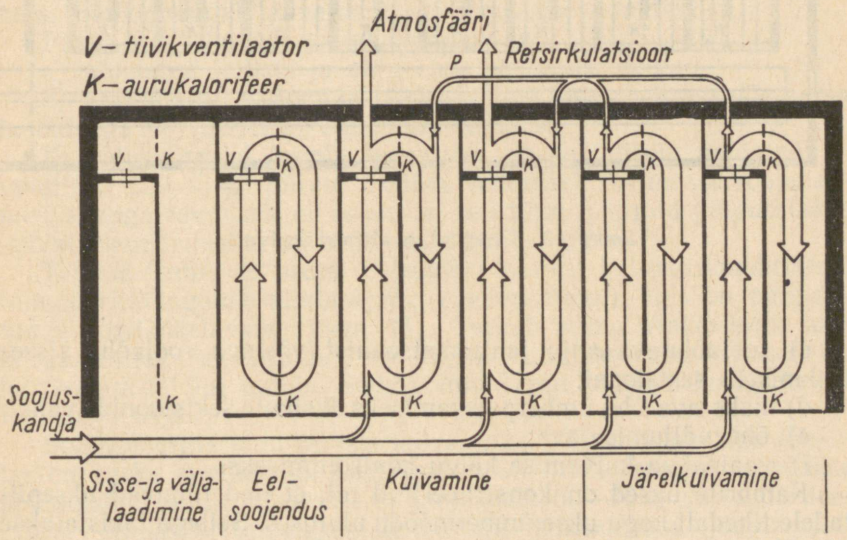
Altneri kuivati on välja arendatud tsirkuleeriva soojaõhuga töötavatest kamberkuivatitest, mille algkujuks on possneri tüüpi kuivati.

Altneri kuivati kambrid on kas läbisõidetavad või mitteläbisõidetavad.

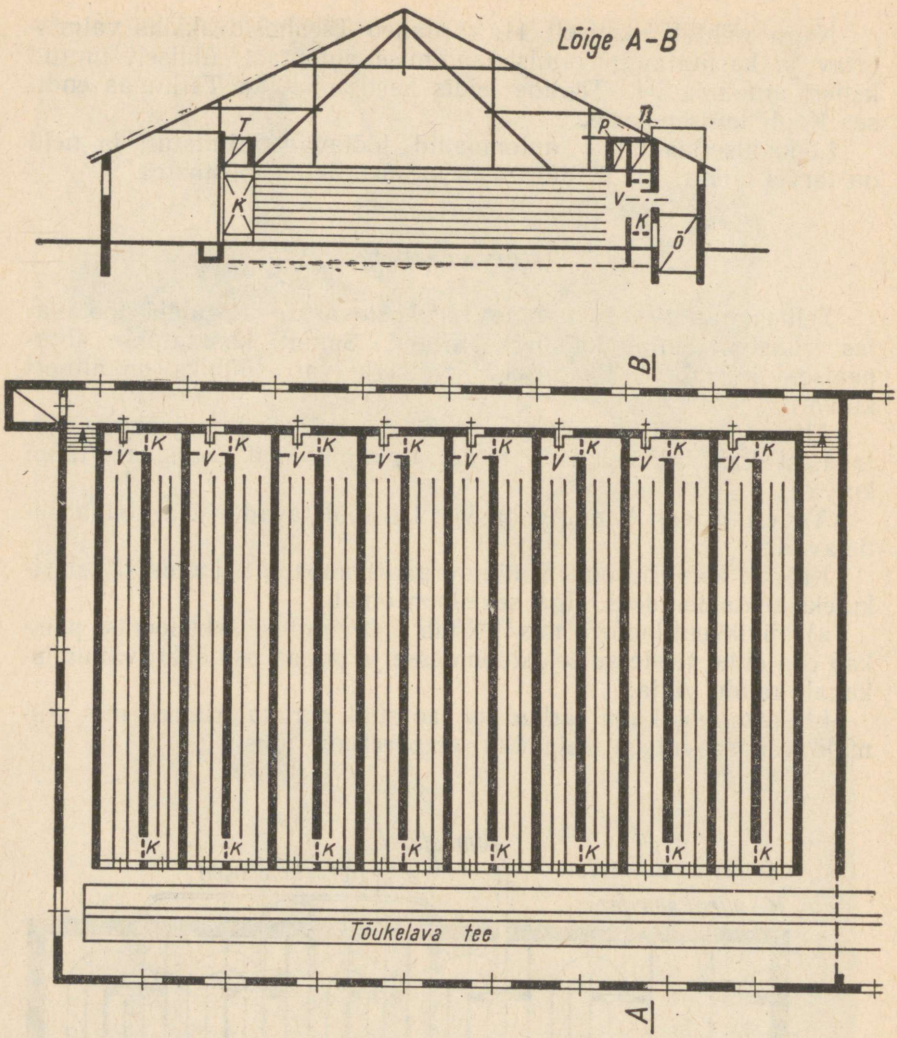
Kuivati kambrid on ühendatud paarikaupa (vt. joonis 42) üksikuteks sektsioonideks. Iga sektsioon omab:

a) tiivikventilaatori, mis tekitab õhu ringlust sektsioonis, paiskab osa õhku teistesse sektsioonidesse ja puhub osa õhku väljumiskanali kaudu välja;

b) kaks või kolm järkudeks jaotatud aurukalorifeeri, mis võimaldavad saavutada vajalikku temperatuuri tõusu;



Joon. 42. Altneri kuivati skeem.



Joon. 43. Ühepoolne altneri kuivati.

c) soojaõhuava ahju jahtumistsoonist võetava soojaõhu sisselaskmiseks sektsiooni;

d) kaks ava õhu ümberpaiskamiseks üksikute sektsioonide vahel;

e) õhu väljumise ava;

f) vaateakna kuivamise käigu kontrollimiseks.

Kambrite uksed on konstrueeritud nii, et nad liibuvad uksepiitadele tihedalt kogu ukse ümbermõõdu ulatuses. Sellega takistatakse väärõhu sattumist kuivatisse.

Kuivatamisprotsess jaotub kolme perioodi: eelsoojendamine, kuivatamine ja järelkuivatamine.

Esimeses perioodis toimub plonni temperatuuri tõstmine, ilma et plonn praktiliselt kuivaks. Sektsioon on suletud ja eraldatud teistest sektsioonidest. Õhk ei vahetu, vaid ainult tsirkuleerib. Tsirkuleeriv õhk on veeauruga peaaegu küllastunud. Kui temperatuur on tõusnud umbes 45°-ni, algab teine periood, milles toimub intensiivne vee väljaauramine plonnist. Sektsiooni juhitakse kuiv õhk ahju jahtumistsoonist ja veeauruga väheküllastunud soe õhk viimasest, s. o. järelkuivatamisperioodis olevast sektsioonist. Kui plonni niiskus alaneb 12%-le, algab kolmas kuivamise periood — järelkuivatamine. Soojuskandja kuivatamisvõimet tõstetakse, et järelkuivatamine toimuks küllalt kiiresti. Soojuskandja täielikumaks ärakasutamiseks ei juhita veeaurudega küllastumata soojuskandjat mitte otse välisõhku, vaid vastava kanali kaudu sektsiooni, kus toimub kuivamise teine periood — kuivatamine.

Kuivati eelised:

a) kuivamisprotsessi juhitavus;

b) soojuse väikene kulu (1100—1200 kcal kg vee kohta);

c) võib vältida veeaurude kondenseerimise ohtu;

d) suhteliselt lühike kuivamiskestus (2—4 päeva).

Kuivateid ehitatakse sisse- ja väljaveo võimalusega kas ühelt (vt. joonis 43) või mõlemalt poolt. Viimase, nn. läbisõidetava altneri kuivati skeem on näidatud joonisel 44.

Soojuskandjaks kunstlikes kuivatites on eranditult puhas õhk. Suitsugaase kuivatites ei kasutata. See muidugi on üheks eelduseks tootmiskultuuri tõstmisel ja töötingimuste parandamisel. Samuti jäävad puhta õhu kasutamisel kuivatatavad tellisplonnid puhtaks, mis kergendab kuivatuspraagi õigeaegset eraldamist.

Puhta soojuskandja soojusallikateks on:

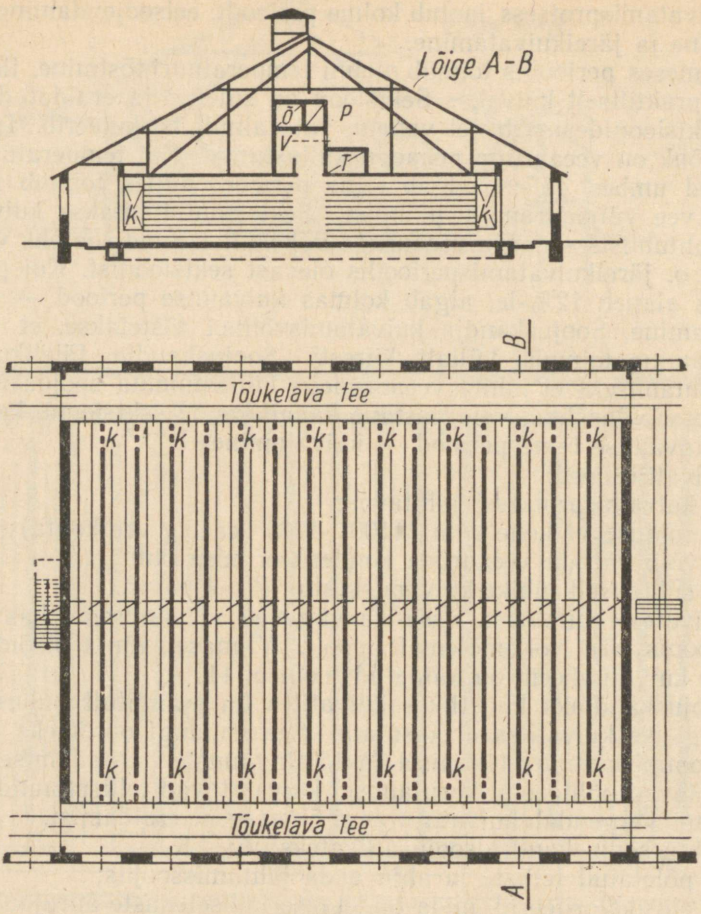
a) põletatud telliste ja ahju enda jahtumissoojus;

b) aurukalorifeerid, mida täidetakse tellisetehaste aurujõujaama heitauruga või spetsiaalsetest aurukateldest.

Kuivatuskiirused kamberkuivatites on suhteliselt madalad — tavaliselt 100 tunni piires. Telliste tootmisel savimassi soojendamist auruga tavaliselt ei kasutata, mistõttu plonnid paigutatakse kuivatuskambritesse ilma eelneva soojendamiseta.

Telliste transport pressi elevaatori juurest kuivatuskambritesse toimub riiulvagonett-allalaskjaga (kelleri tüüpi), mis on paigutatud elektritõukelavale (joon. 45). Torkab silma erakordselt suur kiirus, millega elektritõukelava liigub tootmishoonetes. Ilmselt on kiirus kuni 30 km tunnis. Seda võimaldavad ka hästi korrasolevad tõukelava teed.

Soojusenergia kulu telliste kuivatamisel Tšehhoslovakkia tehastes on raske analüüsida. Loetakse, et 30—40% soojust saadakse põletusahju jahtumistsoonist ja ülejäänud 60—70% aurukalorifeeridest. Viimaseid toidetakse heitauruga tellisetehase jõujaamast. Öösiti, kui tehase jõuagregaadid ei tööta ning heitauru ei jätku,



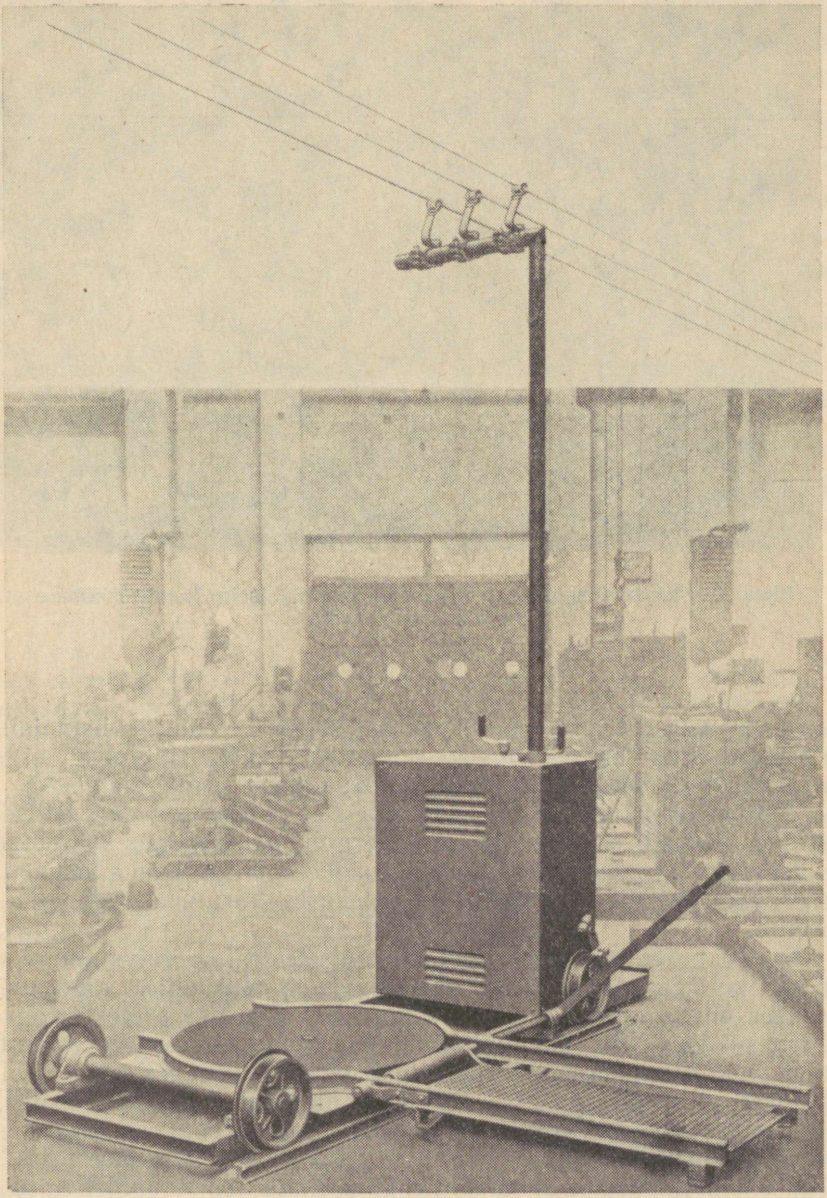
Joon. 44. Kahepoolne altneri kuivati.

juhitakse ajuti kalorifeeridesse ka värsket auru. Igal juhul, ka uute tehaste projektides, peetakse õigeks kasutada kuivatamiseks vajaliku energia saamisel aurukalorifeere.

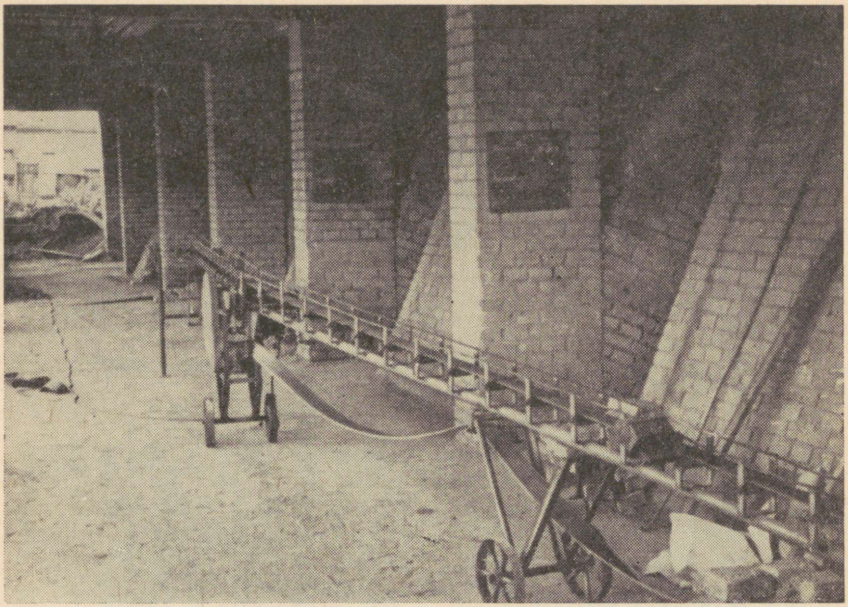
Peab märkima, et majanduslikult annab aurukalorifeeride kasutamine ainult siis vastuvõetavaid tulemusi, kui tehasel on oma jõujaam, kus värske aur ära kasutatakse ja ainult heitaur kuivati aurukalorifeeridesse juhitakse.

Kuidas talitada aga juhul, kui energia saadakse välisvõrgust ja kalorifeere peab toitma värske auruga? Ühe vastuse sellele küsimusele võib anda Tšehhoslovakkia tööstuse praktika.

Tšehhoslovakkias viimastel aastatel ehitatud Slovanini tellisetehases oli kuivatitel auru andmiseks katlamaja, elektrienergia aga



Joon. 45. Elektritõukelava.



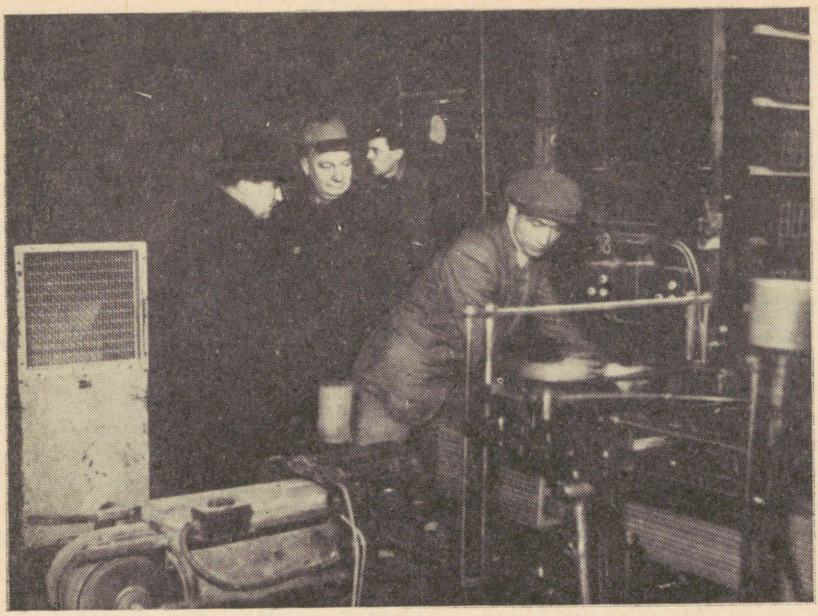
Joon. 46. Linttransportöör telliste transportimiseks laadimiskohale (ringahju juures).

saadi välisvõrgust. Aastane töö näitas sellise lahenduse ebamajanduslikkust ning tehases alustati oma elektrijaama ehitamist, mille heitauru kasutatakse kuivatites vajaliku soojusenergia saamiseks.

Tšehhoslovakkia spetsialistide enamuse seisukoht on: tellisetehased peavad omama tehase energiajõujaama, mis varustab tehast elektri- ja auruenergiaga. Tõenäoliselt on parimaks lahenduseks elektrienergia saamiseks tellisetehases kasutada vastusurveturbiini.

Tagasi tulles suitsugaaside kasutamisele telliste kuivatamiseks, on huvitav ära tuua Tallinna uue ehituskeraamikatehase kogemusi. Tehases on tunnelahjud ja tunnelkuivatid. Esialgse projekti kohaselt saadi kuivatamiseks vajalik soojuskandja tulekalorifeeridest, kuhu juhiti suitsugaasid generaatorgaasiga köetavatest tunnelahjudest ja spetsiaalsetest kolletest. Kalorifeerídest juhiti kuivatisse puhas soojuskandja. Suitsugaase tunnelkuivatisse üldse ei juhitud. Kuivatid olid ette nähtud töötamiseks väikese ülerõhu all. Tehase töö näitas, et summaarne kütusekulu telliste põletamisele ja kuivatamisele oli väga suur, tellise omahind kõrge.

1957. a. ehitati kuivatite soojuskandjaga toitmise süsteem ümber. Jäeti ära tulekalorifeerid ja juhiti tunnelahjude suitsugaasid vahetult kuivatuskambritesse ning kuivati tunnelites tekitati ala-



Joon. 47. Vaheseinaplokkide lõikeautomaat Gottvaldovi tellisetehases.

rõhk. Tulemuseks oli kuivatamiseks ja põletamiseks vajaliku kütusehulga vähenemine ja tellise omahinna alanemine. Kuivatustsükkel langes 24 tunnile. Kuna kütmiseks kasutatakse põlevkivi majapidamisgaasi (Kohtla-Järve) või generaatorgaasi, siis plonnidel mingit tahmasadestust ei esine. Küll võib märgata tunnelkuivati metallvagonettide ja tunneli uste tugevat korrodeerumist suitsugaaside väävlisisalduse, tunnelkuivati niiskuse ning kõrge temperatuuri mõjul. Samuti on juba pooleaastase töö jooksul väga tugevalt sööbinud kuivati latid, eriti lati otsad. Korrosiooninähtus on seega niivõrd tõsine, et sellega tuleb arvestada.

Nagu altneri kuivati juures, nii on ka siksakkuivatis kuivatamisel Tšehhoslovakkia keraamikatehastes rakendatud printsiipi, mille kohaselt värskelt pressitud telliseplonnide temperatuuri tõstmine (kuni 40°) peab toimuma kuivatis niiskes, veeaurudega küllastunud keskkonnas. Veeaurude väljajuhtimist kuivatist kuivatamise perioodil ei toimu. See erineb põhiliselt meil rakendatavast printsiibist, mille kohaselt plonn peab pressist välja tulema juba kõrgendatud temperatuuriga, võimaldades seega ära jätta kuivatis plonni temperatuuri tõstmise ja vähendada sel teel kuivamise kestust.

Pressist väljuva tellisplonni kõrgendatud temperatuur saavutatakse savi soojendamisel auruga. Kuivamise kestuse vähenemise efekt on realiseeritav ainult siis, kui eelsoojendatud plonni ei lasta enne kuivatisse paigutamist ära jahtuda.

Kahtlemata on tunnelkuivati, võrreldes kamberkuivatiga, tehniliselt progressiivsem, kindlustades suuremat tööjõudlust, kiiremat kuivatamist, paremaid töötingimusi. Kuigi Tšehhoslovakkias tellisplonnide kuivatamiseks tunnelkuivateid veel ei rakendata, on uute tehaste projektides, mille aastane tootmisvõimsus ületab 10—12 miljonit tellist, soovitatud juba välja ehitada tunnelkuivateid.

Projekteeritud tunnelkuivatid erinevad oma konstruktsioonilt NSV Liidus levinenud tunnelkuivatitest. Tšehhoslovakkia tunnelkuivatites on ette nähtud kuivati tunnelites soojuskandja vahepealne soojendamine ning soojuskandja põiksuunalise sundtsirkulatsiooni tekitamine. Kogu tunneli pikkuses on põiktsirkulatsiooni tekitamiseks neli ventilaatorit. Iga ventilaatori jõudlus on 3600 m^3 õhku tunnis.

Kuivati vagonetid on kahepoolsed ning ripuvad monorelsi küljes. Selline rippkonstruktsiooniga tunnelvagonett, võrreldes kuivati põrandal asuvatele roobastele toetuva tunnelkuivati vagonetiga, on kaalult kergem ning võimaldab lihtsamalt mehhaniseerida plonnide ladumist elevaatorilt kuivati vagonettidele. Ühele taolisele kuivati vagonetile mahub 230 tellist või 200 katusekivi.

Õhk juhitakse tunnelitesse ja nendest välja ülalt.

Kuivati plokk koosneb 6 tunnelist. Iga tunneli pikkus on 62 m, laius — 920 mm ja kõrgus — 2100 mm. Ühte tunnelisse mahub 60 vagonetti. Arvestuslik soojusenergia kulu 1 kg vee aurutamiseks on 1050—1200 kcal.

Selle kuivatitüübi vaieldamatuiks eelisteks, võrreldes tavaliste vastusuunaliste tunnelkuivatitega, on kuivati mahu parem ärakasutamine ja võimalus reguleerida kuivatusrežiimi kogu tunneli pikkuses.

PÕLETAMINE

Telliste põletamine Tšehhoslovakkia tehastes toimub ring-, siksak- ja tunnelahjudes. Tunnelahjusid on ehitatud alles viimastel aastatel.

Ringahjudes on telliste ladu sama tihe kui meil enne Duvanovi kiirpõletamise meetodite juurutamist. Kuid viimasel ajal on kuulda juba hääli, mis nõuavad kiirpõletamise ja hõrendatud lao juurutamist. Põletusahjude keskmine tootlikkus 1955. aastal oli umbes 1000—1100 tellise piirides ahju põletuskanali ühelt kuupmeetrilt kuus. Seega oleme meie põletusahjude võimsuse kasutamisel ilmselt ees. Näiteks oli Eesti NSV-s põletusahjude keskmiseks tootlikkuseks 1956. a. 1240 tellist ahju põletuskanali ühelt kuupmeetrilt kuus.

Kasutatakse ka kütuse lisamist plonni koosseisu. Nii lisatakse telliste tootmisel savi hulka saepuru ja pruunsöe jääke.

Peaaegu kõikides tehastes, kus telliseid põletatakse ring- või siksakahjudes, kasutatakse kütuse etteandmiseks kütteaparaate, mis meilgi on tuntud.

Kütusena kasutatakse peamiselt pruun- ja kivisütt.

Alljärgnevalt on toodud mõningate Tšehhoslovakkia tellisetehaste tellisetootmise tüüpilisi tehnoloogilisi skeeme.

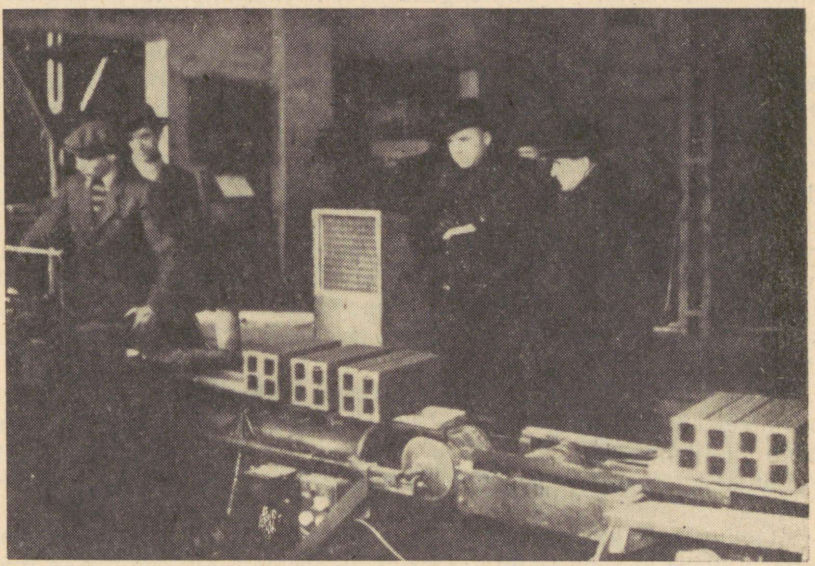
Tellisetehas Gottvaldovi linnas toodab telliseid ja õõntega keraamilisi vaheseinaplokke.

Telliseid toodetakse järgmise tehnoloogilise skeemi järgi:

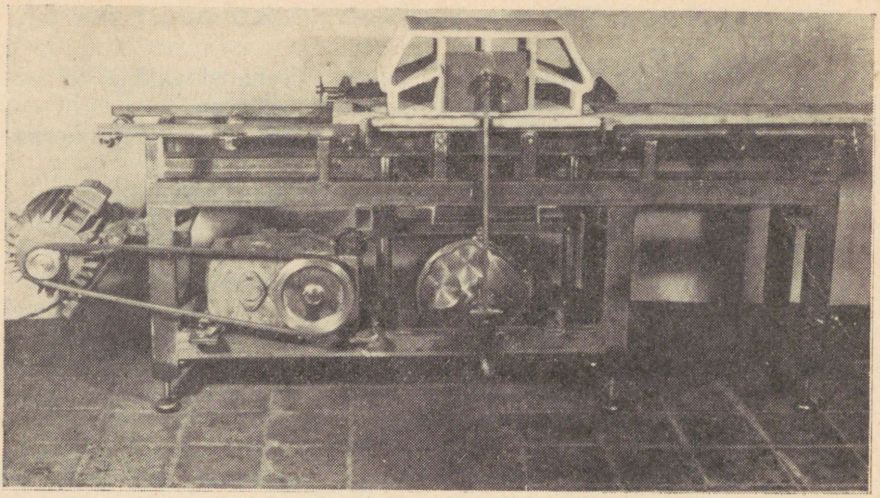
savikarjäär → ühekopaline ekskavaator → saviveo vagonetid → vagonettide transport tehasesse (200 m) mootorveokiga → veokett → kastetteandja (savile lisatakse 8% põletusahju tuhka koos tellisejahuga) → kollerveski → taldriksegisti → peenjahvatuse valtsid (valtsidevaheline pilu 2,5 mm) → vaakuumlintpress «Keramostroi» (tootlikkus 24 000 tellist 8 tunniga) → telliste lõikamise-laadimise automaat → elevaator → 10-realine riiulvagonett-allalaskja → kamberkuivati (soojusallikaks — aurukalorifeerid ja ahju jahtumissoojus) kuivatuse kestusega 120 tundi → 10-realine riiulvagonett-allalaskja → ümberlaadija → karussellvagonett → ringahi, 32 kambrit, maht 1560 m^3, põletamine kahe tulega, põletustemperatuur 950—980° → telliste ahjust väljalaadimine spetsiaalse linttransportööriga.

Keraamilised vaheseinaplokid valmistatakse tellise tootmisest erineva tehnoloogilise skeemi järgi:

savi → kastetteandja (tuhka ei lisata) → kollerveski → taldriksegisti → valtsid (valtsidevahelise pilu laius 2 mm) → peen-



Joon. 48. Vaheseinaplokkide kuivatusraamidele asetamise automaat Gottvaldovi tellisetehases.



Joon. 49. Vahelaeplokkide kuivatusraamidele asetamise automaat.

jahvatusvaltsid (valtsidevahelise pilu laius 1 mm) → lintpress → lindi automaatne lõikamine savipakkideks → transportöör → lintpress vaheseinaplokkide vormimiseks → lõikamise-laadimise automaat → elevaator — analoogiliselt tellisetootmise tehnoloogilisele skeemile.

Gottvaldovi tellisetehases on originaalselt ja hästi korraldatud kuivatatud tellisplonnide ümberlaadimine riiulvagonett-allalaskjalt ahju karussellvagonettidele. Tavaliselt ja ka Eesti NSV tellisetehastes (Aseri) kasutatakse selleks statsionaarset ümberlaadijat. Gottvaldovi tehases on ümberlaadija aga liikuv (joon. 50). Ümberlaadija paigutatakse iga kord selle põletusahju ukse vastu, mille kaudu toimub tellisplonnide vedu ahju. Ümberlaadija toetub ahju põranda nivool ühele rööpale ja vastava toetusraami kaudu monorelsile, mis on asetatud ahju kohale. Mööda neid kahte rööbast paigutatakse ümberlaadija vajalikku kohta. Ahju iga ukse juures asub seinakontakt, millest on võimalik võtta elektrienergiat ümberlaadija töötamisel.

Monorels, millele mittestatsionaarne ümberlaadija toetub, asub paralleelselt mõlemal pool ahju. Ümberlaadija põranda rööbas asub tellisplonnide juurdeveo rööbastee ja ahju vahel. Riiulvagonett-allalaskjad tuuakse ümberlaadija juurde elektritõukelavaga.

Ümberlaadijalt viiakse plonnid ahju tavalise karussellvagonetiga. Selleks et jõuda ahjukambrist ümberlaadijani, on tarvis maha panna ainult üks rööbastee lüli. Selline lühike plonnide veokaugus ümberlaadijalt ahju kindlustab tööjõudluse kasvu.

Tunehodi keraamikatehas toodab hurdiseid ja katusekive.

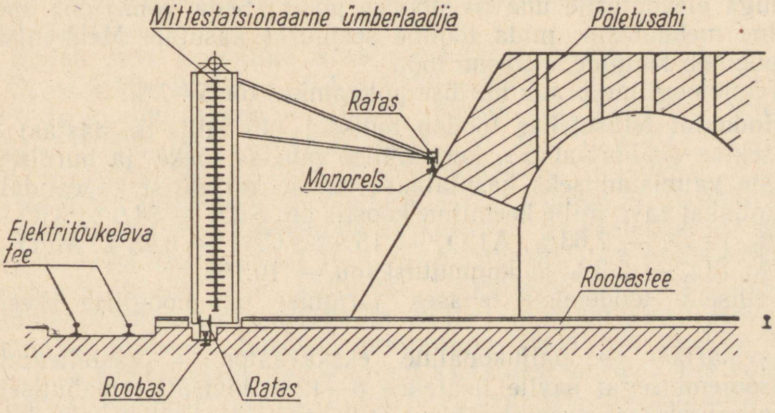
Hurdiste tootmisel kasutatakse toorainena tehase kahest karjäärist võetavaid savisid — halli (nn. opoka) ja kollakat savi, mille keemilised koostised ja teised omadused sarnanevad samas läheduses asuva Stičany keraamikatehase savi koostisega (vt. ptk. «Katusekivide tootmine»). Savisegu koostatakse vahekorras 40% opokat ja 60% kollakat savi.

Kollakas savi kaevandatakse paljukopalise ekskavaatoriga ja transporditakse 150 m pikkuse linttransportööriga kuhilasse, kus ta laagerdub kuni 1 aasta. Kuhilast kaevandatakse savi paljukopalise ekskavaatoriga, talvel ka käsitsi labidaga ja veetakse vagonettides mootorveokiga tehasesse. Vagonett tõstetakse lifttõstukiga teisele korrusele ja tühjendatakse seal asuvasse trummeletteandjasse.

Halli savi kaevandatakse ühekopalise ekskavaatoriga ja tõmmatakse kuni 25 m sügavuses asuvast karjäärist välja elektrivintsiga ning transporditakse suvel otse tehasesse. Talvel kaevandatakse savi labidatega käsitsi kuhilast. Halli savi töötlemine, enne segamist kollaka saviga, toimub samuti nagu vastava savi töötlemine Stičany keraamikatehases katusekivide tootmisel (vt. ptk. «Katusekivide tootmine»), s. o. savi kuivatatakse, jahvatatakse kollerveskis ja seejärel niisutatakse kahevõllilises, horisontaalses segistis ning tõstetakse vagonetis teisele korrusele, kus puistatakse trummeletteandjasse.

Edasi kulgeb hurdiste valmistamise tehnoloogiline protsess järgmise skeemi kohaselt:

→ trummeletteandjad eraldi halli ja kollaka savi etteandmiseks vahekorras 40:60, auruga niisutamine → peenjahvatusvaltsid, valtsidevahelise pilu laius 2 mm → kahevõlliline segisti → vaakuumlintpress → käsilõikepink → elevaator → 10-realine riiulvagonett-



Joon. 50. Mittestatsionaarse ümberlaadija paigutuse skeem Gottvaldovi tehases.

allalaskja → kamberkuivati, kuivatusaeg 64 tundi → 10-realine riiulvagonett-allalaskja → sorteerimine → ümberasetamine ahjuvagonettidele → põletamine ringahjus → sorteerimine ja ladustamine.

Pärast kuivatamist hurdised sorteeritakse. Pragulised või deformeerunud hurdised, millest on võimalik kärpimise ja tükeldamise teel saada seinakive, eraldatakse ning suunatakse tükeldamispingi juurde. Tükeldamispink kujutab endast karborundum-ketassaagi. Peab märkima, et kuivanud plonni saagimisel tekib ohtralt tolmu. Hurdiste kuivanud plonnidest lõigatud seinakivid põletatakse ringahjus koos hurdistega. Tehase kolmest põletusahjust kasutatakse kaht hurdiste põletamiseks.

Ahju ladumisel asetatakse hurdise pikim külg paralleelselt ahju põletuskanali pikiteljega. Hurdised laotakse serviti kalasabaladus.

Lao jalad moodustatakse šamott-tellistest ja plaatidest. Ahju põrandale laotakse serviti üks rida šamott-telliseid ja nende peale šamottplaadid 420×300×50 mm. Plaatidest moodustatud kattereale laotakse hurdised.

Kütterestid moodustatakse laost üksikute hurdiste väljatõmbamisega nii, et nad satuvad kütteridade alla.

Ühes vahetuses pressitakse 1150 jooksvat meetrit hurdiseid.

Hurdised paigutatakse pärast pressimist pikuti kahele kuivatuslatile ja taoliselt ka kuivatisse. Pikemate, kuni 2,4 m pikkuste hurdiste kuivatamiseks kasutatakse vastava laiusega kambreid.

Kuivati latid, õigemini raamid, võetakse elevaatorilt maha keldrikorrusel ja paigutatakse linttransportöörile, mis transpordib raamid põrandas asuva ava kaudu pressi juurde, kus nad ühe töölise poolt paigutatakse lõikepinki, savilindi alla. Lõigatud hurdis haarab raami kaasa ja viimane transporditakse rullteel kuni elevaatorini. Hurdis, vaatamata selle suurele raskusele, paigutatakse koos raamiga elevaatorile ühe naistöölise poolt. Seda võimaldab spetsiaalne mehhanism, mida tööline seejuures kasutab. Mehhanismi töö põhineb kangide süsteemi tööl.

Tehnoloogiline praak hurdise põletamisel on 5—7%.

Hodonini tellisetehas toodab telliseid (45 milj. tk. aastas) ja katusekive («piibrisaba»), keraamilisi vahelaeplokke ja hurdiseid. Telliste valmistamiseks kasutatakse tehase karjäärist kaevandatavat kollakat savi, mille keemiline koostis on: SiO_2 — 54,9%, TiO_2 — 0,12%, Fe_2O_3 — 7,63%, Al_2O_3 — 15,5%, CaO — 5,25%, MgO — 0,07%, SO_3 — 2,3% ja kuumutuskadu — 10,1%.

Telliseid toodetakse tehases järgmise tehnoloogilise skeemi järgi:

savikarjäär → paljukopaline ekskavaator → kastetteandja aurusoojendusega; savile lisatakse 8—12% kivisütt (mahuliselt) → kollerveski → peenjahvatusvaltsid (valtsidevahelise pilu laius 3 mm) → lintpress → telliste lõikamise-laadimise automaat → elevaator → 10-realine riiulvagonett-allalaskja → kamberkuivati, kui-



Joon. 51. Mittestatsionaarne ümberlaadija Gottvaldovi tellisetehases. Vaheseinaplokid laaditakse ümber ahju karussellvagonetile.

vatusaeg 72—80 tundi (soojuskandjaks on soe õhk aurukalorifeeridest ja ahju jahtumistsoonist) → ring- ja siksakahi, kus tellis põletatakse koos katusekivide või vahelaeplokkidega; siksakahjude maht on 1800 m³, 24 kambrit; ringahju maht — 1120 m³, 16 kambrit; kütus puistatakse siksakahju käsitsi ja ringahju — kütteaparaatidega.

Hurdised valmistatakse tehase karjäärist kaevandatavast liivaka sinise ja plastilise musta savi segust, vahekorras 87% sinist ja 13% musta savi.

Sinise savi keemiline koostis: SiO_2 — 53,4%, TiO_2 — 1%, Fe_2O_3 — 5,4%, Al_2O_3 — 19,4%, CaO — 4,2%, MgO — 2%, SO_3 — 2,3% ja kuumutuskadu — 10,1%. Musta savi keemiline koostis: SiO_2 — 54,8%, Fe_2O_3 — 4,2%, Al_2O_3 — 16,8%, CaO — 5,6%, MgO — 2,8%, SO_3 — 0,5% ja kuumutuskadu — 13,6%.

Hurdiste tootmise tehnoloogiline skeem tehases on järgmine:

savikarjäär → paljukopaline ekskavaator → kastetteandja aurusoojendusega (87% sinist ja 13% musta savi) → kollerveski → peenjahvatusvaltsid → lintpress (savipakkude pressimine) → automaatlõikaja (savipakkude lõikamine) → savipakkude transportimine → lintpress, hurdiste pressimine (savilindi niiskus 24—26%) → käsilõikepink (alusraamid asetatakse hurdise alla vastava automaatseadme poolt) → hurdiste elevaatorile paigutamise mehhanism (teenindab 1 tööline) → elevaator → 10-realine riiulvagonett-allalaskja → kamberkuivati, kuivatusaeg 72—96 tundi, ploki

niiskus pärast kuivamist 8—9% → siksak- ja ringahjud (hurdised laotakse eraldi kambritesse); kütus puistatakse siksakahju käsitsi ja ringahju — kütteaparaatidega.

Vahelae keraamilisi miakplokke valmistatakse tehases samadest savidest ja samas vahekorras kui hurdiseidki. Vahelaeplokkide tootmise tehnoloogiline skeem on algul sarnane hurdiste tootmise tehnoloogilise skeemiga, erinevused algavad plokkide lõikepingist peale. Hurdised lõigatakse käsilõikepingiga, vahelaeplokke aga automaat-lõikepingiga. Edasi kulgeb tehnoloogiline skeem järgmiselt:

→ plokkide lõikamise-laadimise automaat → elevaator → 10-realine riiulvagonett-allalaskja → kamberkuivati → ring- ja siksakahjud.

Praha tellisetehases põletatakse telliseid ringahjus. Telliste väljatransportimine ahjust toimub väga kerge konstruktsiooniga linttransportööri abil (konstruktsioon sarnaneb joonisel 46 näidatud transportööri konstruktsiooniga), mida tõstetakse edasi vastavalt telliste väljalaadimise rinde edasiliikumisele. Transportöör koosneb kahest omavahel ühendatud lülist. Üks ahju sees asuvatest transportööri lülidest asetseb piki ahju telge ja on üles riputatud konksuga, mis paigaldatakse läbi kütteava. Selle transportööri lüli üks ots ulatub telliseid ahjust väljalaadivate töölisteni, kes võtavad põletatud tellised ja asetavad need transportöörile.

Teine transportööri lüli asub esimese lüli suhtes perpendikulaarselt või muudetava nurga all ning on viimasega seotud šarniiri abil. Lüli on paigutatud läbi ahju ukse ja ulatub uksest välja. Lüli vaba ots toetub pukkidele.

Tellis asetatakse transportöörile serviti, pikim külg transportööri lindi sihis. Tellise ümberkukkumist takistavad transportööri lindi kõrval asuvad ääreraud.

Transportööri tootlikkus on 4500 tellist tunnis.

Transportööri mootori võimsus on 0,25 kW. Transportööri lindil on pingutusregulaator.

Transportööri kaal on ainult 9 kg, mistõttu teda on hõlpus ümber tõsta.

TELLISTE TOOTMINE OLOMOUCI TELLISETEHASES

Olomouci tellisetehas on üks uusimaid tellisetehaseid Tšehhoslovakkias. See tehas ehitati 1953. a. samas asuva endise tellisetehase asemele. Oma tehniliselt tasemelt on uus tehas täiuslikumaid ja moodsamaid tehaseid, kus on realiseeritud Tšehhoslovakkia vastava ala spetsialistide looming.

Eesti NSV tellisetootjatele ja tehaste projekteerijatele pakub kõige rohkem huvi selle tehase tunnelahju konstruktsioon ja ahju automaatkolle. Seetõttu on käesolevas raamatus põhjalikumalt peatatud ahju ja selle kollete konstruktsiooni juures.

Hiljem, lähemalt tutvudes kolde konstruktsiooniga, võime veenduda, et taoline väike koldetüüp võiks pakkuda huvi nii tellise- kui ka lubjatootjatele ning teiste tööstusharude töötajatele, kus on vaja väikseid koldeid sellise kütuse põletamiseks nagu eesti põlevkivi.

Põhitoodanguna laseb tehas välja tavalisi täistelliseid Tšehhoslovakkia standardses formaadis 920×140×65 mm. Tehase projektikohane aastane tootmisvõimsus on 6,2 miljonit tellist, mis ümberarvestatult meie standardikohasele formaadile 250×120×65 võrduks aastatoodangule 8,4 miljonit tellist.

Projektikohane võimsus on ka juba saavutatud ning ületatud.

Tehase projekt on koostatud Brnos asuva projekteerimisorganisatsiooni «Keramoprojekti» poolt. Põhitsehhide ja seadmete paigutusest ning plaanilisest lahendusest annab ülevaate joonisel 52 toodud tehase skemaatiline põhiplaan.

Tehase seadmed on valmistatud Tšehhoslovakkia masinaehitustööstuse poolt. Põhilisteks tehase võimsust määravateks tehnoloogilisteks agregaatideks on üks savi ettevalmistus-pressimise liin lintpressiga, mille tootlikkus on 4000 tellist tunnis, kamberkuivatid ühekordse mahutavusega 98 000 tellist ja üks telliste põletamise tunnelahi pikkusega 83 m.

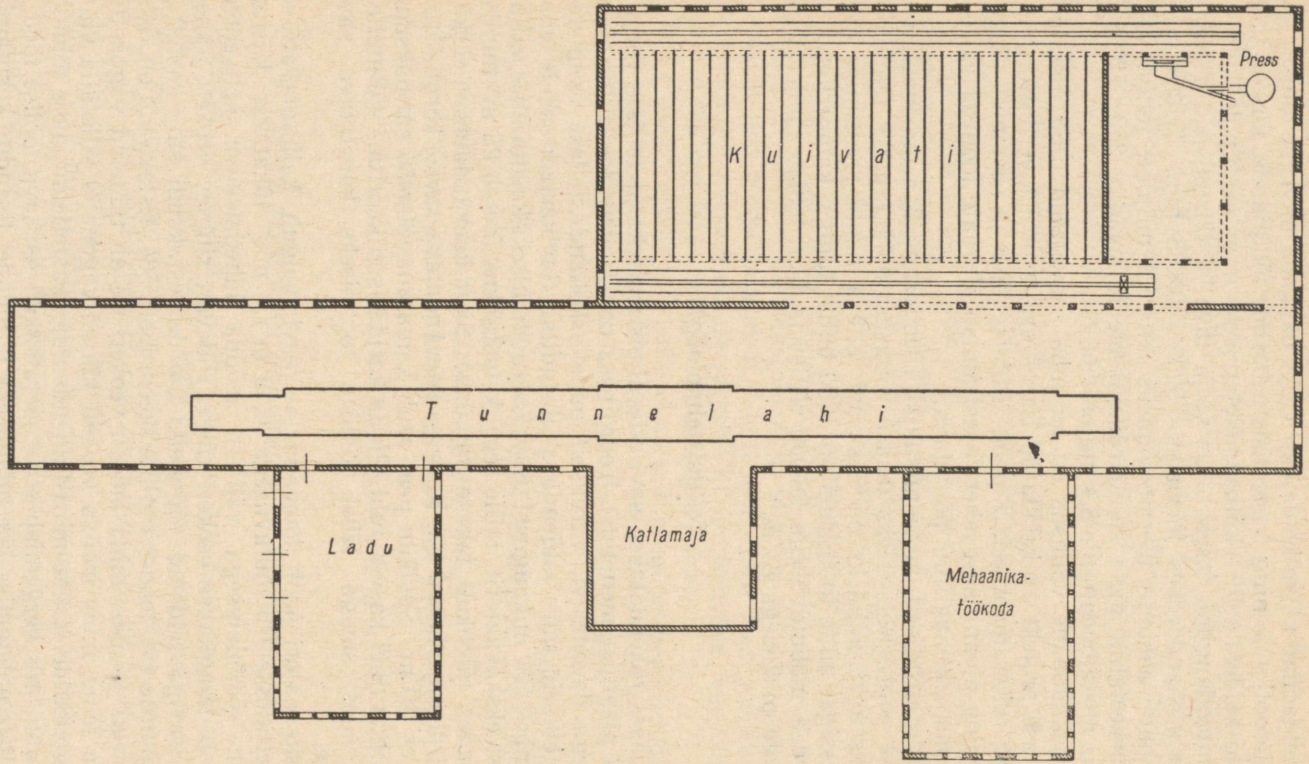
Tootmistehnoloogia

Tehases rakendatakse savi ettevalmistamiseks ja telliste vormimiseks plastilist menetlust. Tooraineks on liivakas, keskmise plastilisusega devonisavi, värvuselt punakaskollane. Sellest valmistatakse telliseid ilma lahjendava lisandita. Savikarjäär asub tehasest umbes 100 m kaugusel. Savi kaevandamiseks kasutatakse paljukopalist ekskavaatorit, mille tegelik tootlikkus ületab 25 m^3 tunnis, rahuldades täielikult tehase vajaduse. Savi kaevandatakse ekskavaatori ülemise haardega. Korraga kaevandatava saviee kõrgus karjääris on 10 m. Savikihi peal asub kamarana 30—50 cm paksune mullakiht, millel kasvab rohi. Pinda karjääris ei koorita, vaid mullakamar koos saviga läheb telliste tootmiseks kasutatava savi segusse.

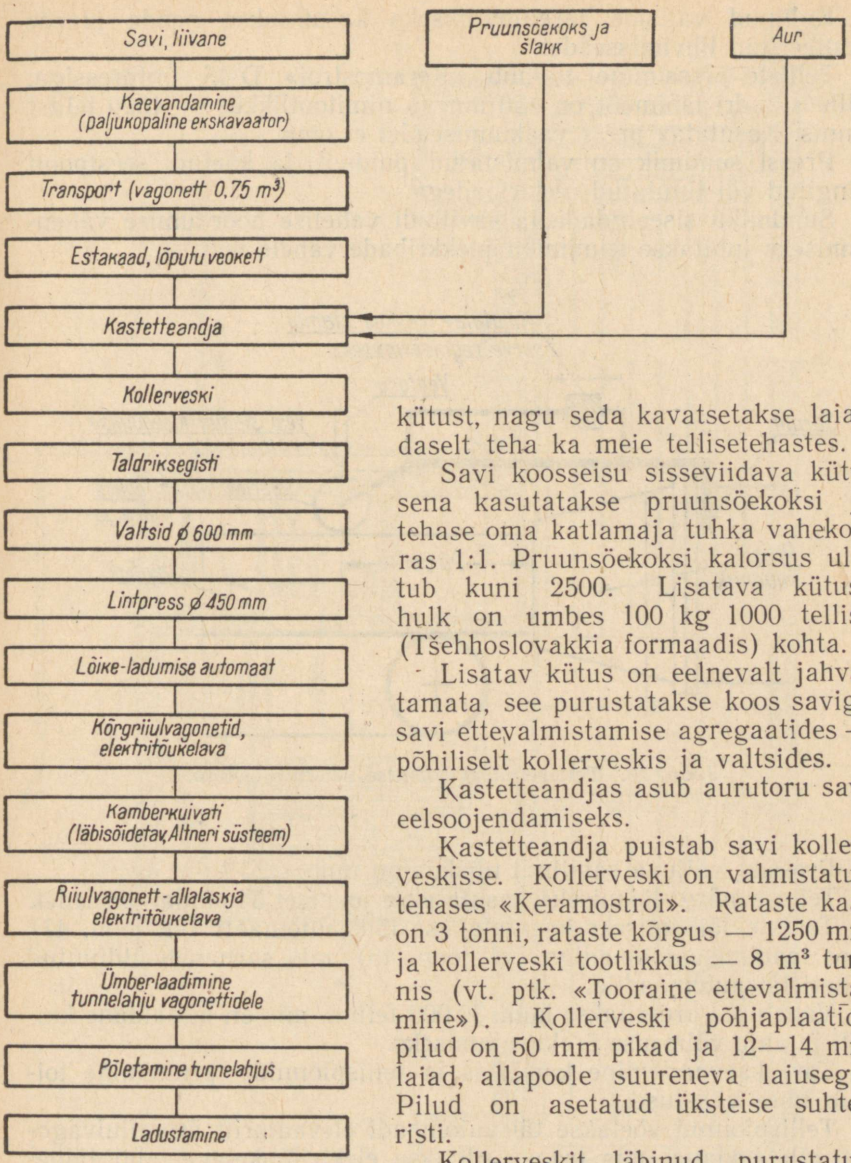
Ekskavaatori poolt kaevandatav savi valgub kallutatavatesse vagonettidesse (mahutavusega 0,75 m^3), mis lükatakse käsitsi 600 mm rööpalaiusega väliteed mööda lähedalasuva kettveotee juurde ja haagitakse veoketi külge. Pidevalt ringlev veokett transpordib saviga täidetud vagonetid mööda estakaadi savi kastetteandja juurde (vt. tehnoloogiline skeem joon. 53). Estakaadil on kaks rööbasteed — üks, mida mööda veokett tõstab täidetud vagonetid üles, ja teine, mida mööda veokett tühjad vagonetid jälle alla viib.

Vagonettide kallutamine-tühjendamine kastetteandjasse toimub vintsi abil, mis kergendab seda operatsiooni teostava töölise tööd.

Telliste põletamise kiirendamiseks ja muude, lisandite kasutamisest tulenevate hüvede saavutamiseks lisatakse savi koosseisu



Joon. 52. Olomouci tellisetehase skemaatiline põhiplaan.



Joon. 53. Telliste tootmise tehnoloogiline skeem.

kütust, nagu seda kavatsetakse laialdaselt teha ka meie tellisetehastes.

Savi koosseisu sisseviidava kütusena kasutatakse pruunsöekoksi ja tehase oma katlamaja tuhka vahekorras 1:1. Pruunsöekoksi kalorsus ulatub kuni 2500. Lisatava kütuse hulk on umbes 100 kg 1000 tellise (Tšehhoslovakkia formaadis) kohta.

Lisatav kütus on eelnevalt jahvatamata, see purustatakse koos saviga savi ettevalmistamise agregaatides — põhiliselt kollerveskis ja valtsides.

Kastetteandjas asub aurutoru savi eelsoojendamiseks.

Kastetteandja puistab savi kollerveskisse. Kollerveski on valmistatud tehases «Keramostroi». Rataste kaal on 3 tonni, rataste kõrgus — 1250 mm ja kollerveski tootlikkus — 8 m³ tunnis (vt. ptk. «Tooraine ettevalmistamine»). Kollerveski põhjaplaatide pilud on 50 mm pikad ja 12—14 mm laiad, allapoole suureneva laiusega. Pilud on asetatud üksteise suhtes risti.

Kollerveskit läbinud purustatud savi langeb taldriksegistile (vt. joon. 29), mille taldriku läbimõõt on 2500 mm.

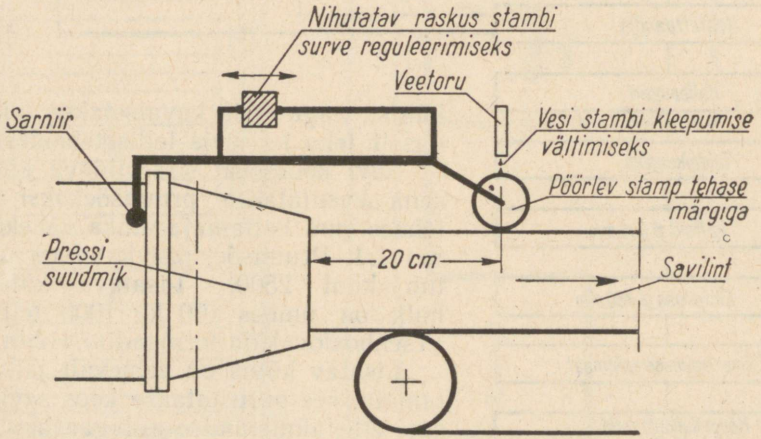
Taldriksegistist langeb savi diferentsiaalsilevaltsidesse (valmistaja-tehas «Keramostroi»). Valtside läbimõõt on 600 mm, pikkus — 800 mm. Valtside pöörete arv ühel 134 ja teisel 156 pööret minutis. Valtsidevaheline pilu on 1—3 mm.

Kulunud valtside järellihvimiseks kasutatakse nende juurde monteeritud lihvimisseadet.

Telliste pressimine toimub «Keramostroi» D-45 lintpressiga, mille silindri läbimõõt on 450 mm ja nimitootlikkus — 4000 tellist tunnis. Kasutatav press vaakuumseadet ei oma.

Pressi suudmik on valmistatud puidust ja kaetud seestpoolt tsingitud või tinutatud plekiribadega.

Suudmiku sisepindade ja savilindi vahelise hõõrdumise vähendamiseks juhitakse suudmiku plekkribade vahele vett.



Joon. 54. Tehasemärgi löömise seadme skeem.

Pressist väljuva savilindi niiskus on umbes 23%.

Tehase märgi löömiseks kasutatakse joonisel 54 näidatud seadet.

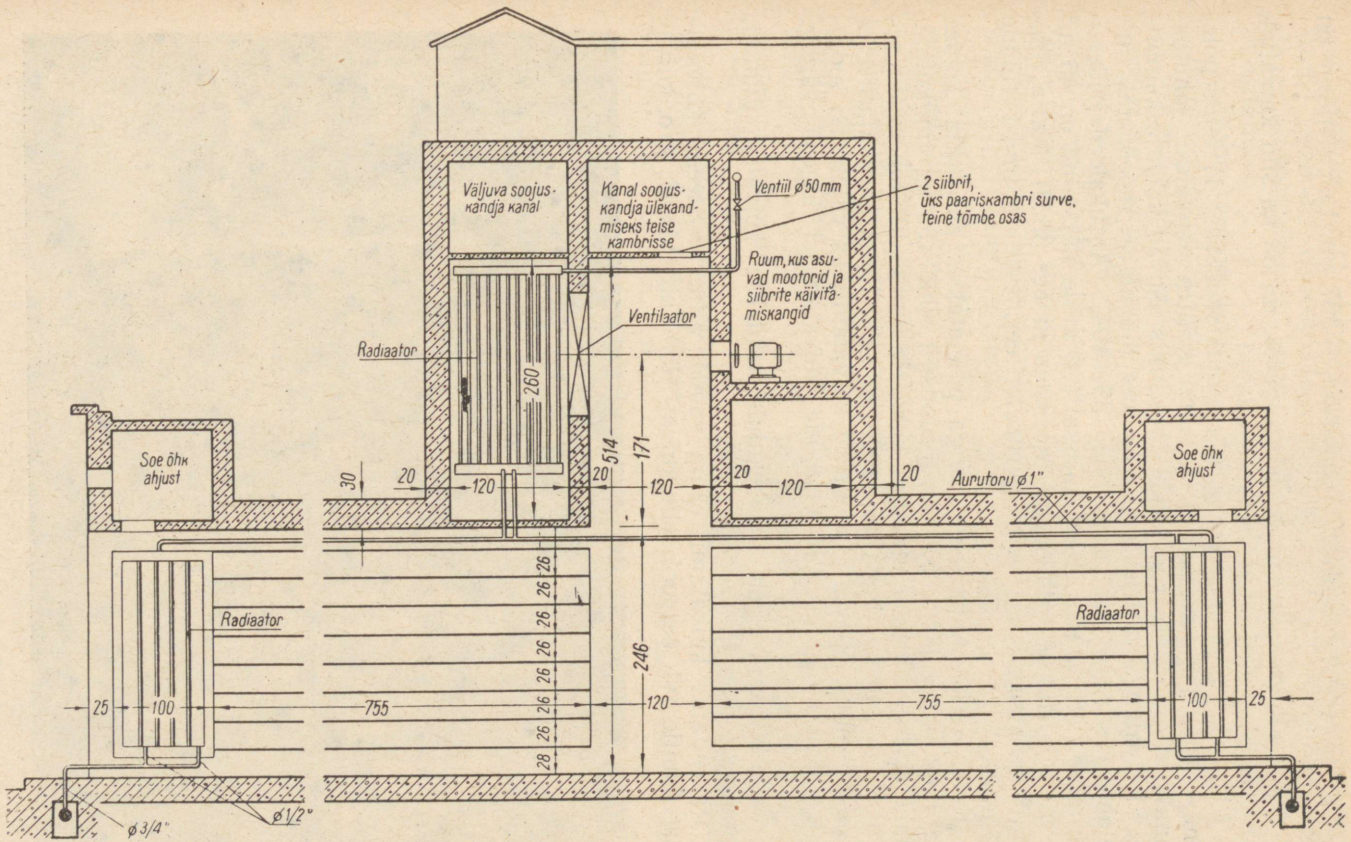
Telliste lõikamiseks kasutatakase lõikeautomaati (vt. joon. 47) koos laadimisautomaadiga (vt. joon. 48), mis sarnaneb üldtuntud kelleri täisautomaadile.

Vahetuses pressitakse kuni 30 000 tellist, mis on küllaldane kuivati ja ahju võimsuse ärakasutamiseks.

Savi kaevandamine karjääris ja tellisplonnide pressimine toimub ühes vahetuses.

Tellisplonnid võetakse täisautomaadi elevaatorilt ära riiulvagonett-allalaskjaga, mis transporditakse elektritõukelava abil täidetava kuivatuskambri juurde.

Telliseid kuivatatakse kamberkuivatis. Kuivati on välja ehitatud kahepoolse altneri-süsteemi kamberkuivatina. Kambrite ühest otsast laaditakse tellised sisse, teisest otsast välja. Kuivati lõige piki kambreid on näidatud joonisel 43. Kambrite arv on 28. Ühe kambri mahutavus on 3500 tellist, kogu kuivati üheaegne mahutavus — 98 000 tellist. Kuivatuskambri laius on 142 cm. Kuiva-



Joon. 55. Olomouci tellisetehase kuivati (kambri) pikilõige.

tusriiulite arv on 8; kuivatuslati pikkus — 137 cm. Lati ristlõige on 7×4 cm.

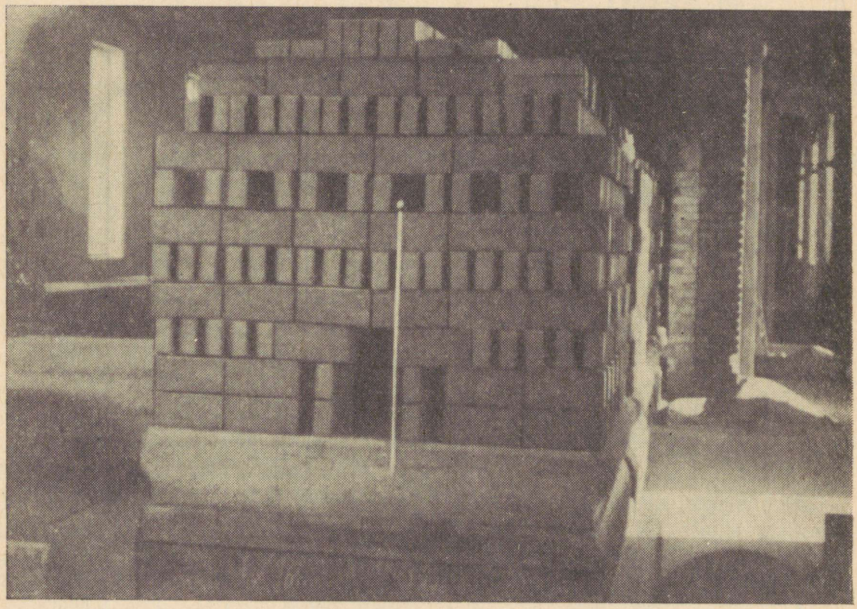
Nagu altneri-süsteemi kuivatite juures, nii on ka siin kuivatuskambrid omavahel paarikaupa ühendatud.

Plonnide kuivatamiseks vajalik soojus saadakse: 1) tellisepõletamise ahju jahtumistsoonist ja ahju seintes asuvatest jahutuskanalitest ning 2) aurukalorifeeridest, mis asuvad kuivatuskambrites. Kuivatamiseks kasutatava soojuse üldhulgast moodustab tunnelahjust saadav jahtumissoojus 35—40%. Aurukalorifeeridesse juhitakse auru spetsiaalsest aurukatlast, mille küttepind on 45 m^2 ja mida köetakse pruunsöega (kalorsus umbes 3800). Katla rõhk 8 atü redutseeritakse enne aurukalorifeeridesse juhtimist rõhule 0,4 atü.

Kalorifeeride toitmiseks auruga põletatakse aurukatla koldes iga 1000 tellise kohta 350 kg pruunsütt ehk 190 kg tingkütust. Ümberarvestatult meie standardikohasele formaadile tähendaks see kütusekulu 140 kg tingkütust 1000 tellisele. Kuna aurukalorifeerid annavad ainult 60—65% plonnide kuivatamiseks vajalikust soojusest, siis tuleb kütusekulu plonnide kuivatamisel lugeda vägagi suureks.

Vastutasuks kõrgele kütusekulule saadakse kuivatist puhtad, tahmumata plonnid.

Rakendatav kuivatamisrežiim vastab altneri-süsteemi kuivatamisrežiimile (vt. eespool selle kuivati tüübi kirjeldust), s. o. kuiva-

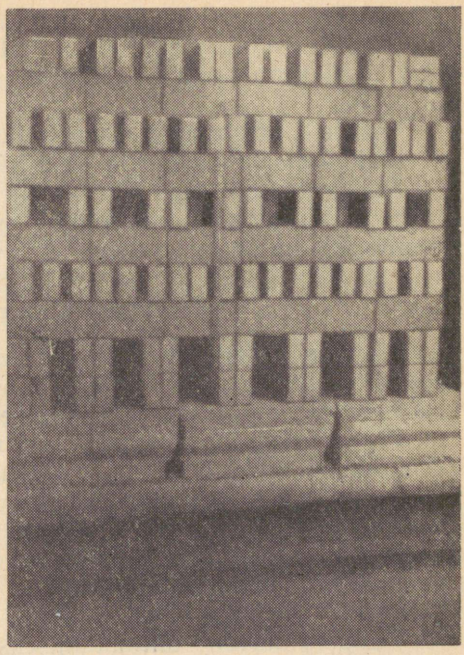


Joon. 56. Telliste ladu Olomouci tellisetehase tunnelahju vagonetil.

tamisprotsess on jaotatud kolme perioodi: eelsoojendamine, kuivatamine ja järelkuivatamine.

Esimene, eelsoojendamisperiood algab pärast paarisolevate kuivatuskambrite täitmist ja uste sulgemist.

Lastakse käiku paariskambri ventilaator ja avatakse auruventiil, millega juhitakse aur kambris asuvatesse aurukalorifeeridesse. Sel perioodil tsirkuleerib veeaurudega küllastunud ja kalorifeeride poolt soojendatud õhk paariskambris, ilma et uut õhku juurde lastaks või kambritest õhku välja pääseks, ja tõstab plonni temperatuuri. Perioodi kestus on 4—5 tundi.



Joon. 57. Telliste ladu Olomouci tellisetehase tunnelahju vagonetil (külgvaade.)

Järgmisel, kuivatusperioodil avatakse osaliselt siiber väljuva õhu kanalil, samuti soojaõhu ülekandekanali tõmbe all oleva kambri siiber ja osaliselt siiber tunnelahjust tuleval soojaõhu kanalil. Kalorifeeride auruventiilid keeratakse rohkem lahti ja lastakse seega rohkem auru kalorifeeridesse. Selle kuivatusperioodi kestus on umbes 65 tundi.

Kolmandas, järelkuivatusperioodis suletakse väljuva õhu kanali siiber ja soojaõhu ülekande kanali tõmbe all oleva kambri siiber, avatakse paariskambri surve all oleva kambri soojaõhu ülekande kanali siiber, mille järel soe õhk ei tungi enam otse atmosfääri, vaid soojaõhu ülekande kanali kaudu teistesse kambritesse, kus toimub kuivamise teine periood. Auruventiil ja ahjust tuleva soojaõhu kanali siibrid avatakse täielikult. Järelkuivatamisperioodi kestus on 10—15 tundi.

Seega on kogu kuivamistsükli kestus 85—90 tundi.

Pärast plonnide kuivamist niiskuseni 6% avatakse kambri uksed ja alustatakse kuivatuskambrite tühjendamist kõrgriiulkuivatitega.

Kuivade plonnide ümberlaadimiseks riiulkuivatitelt tunnelahju vagonettidele oli ette nähtud seade, nagu see selgub ka tehase skemaatilisest põhiplaanist joonisel 52.

Esimene selleks valmistatud seade ei andnud tulemusi, mistõttu tehases ümberlaadimine toimub praegu ajutise, küllaltki primitiivse

skeemi kohaselt. Kõrgriiulvagonett paneb tellised kuivati väljaveotee kõrvale ehitatud riiulile, millelt töölised võtavad tellised ja laovad need tunnelahju vagonetile. Ladumise viis selgub joonistelt 56 ja 57.

Telliseid põletatakse tunnelahjus.

Ahju konstruktsiooni ja tööd käsitletakse lähemalt allpool.

Põletatud tellistega (joon. 57) vagonetid tõmmatakse vintsiga mahalaadimiskohale, kus toimub telliste sortimine, ladustamine või otsene laadimine tarbijaile.

Poolgaaskolletega tunnelahi

Tšehhoslovakkias toimus 1950. a. üleriigiline konkurss, kus seati eesmärgiks luua telliste põletamise tunnelahju konstruktsioon, milles oleks võimalik kasutada kütusena peenkütust. Lähteprintsiibiks püstitati: säilitada peenestatud või koguni tolmutaolise kütuse kasutamise majanduslikud eelised, kusjuures nõuti, et ahju sisemusse ei satuks kütuse tuhka.

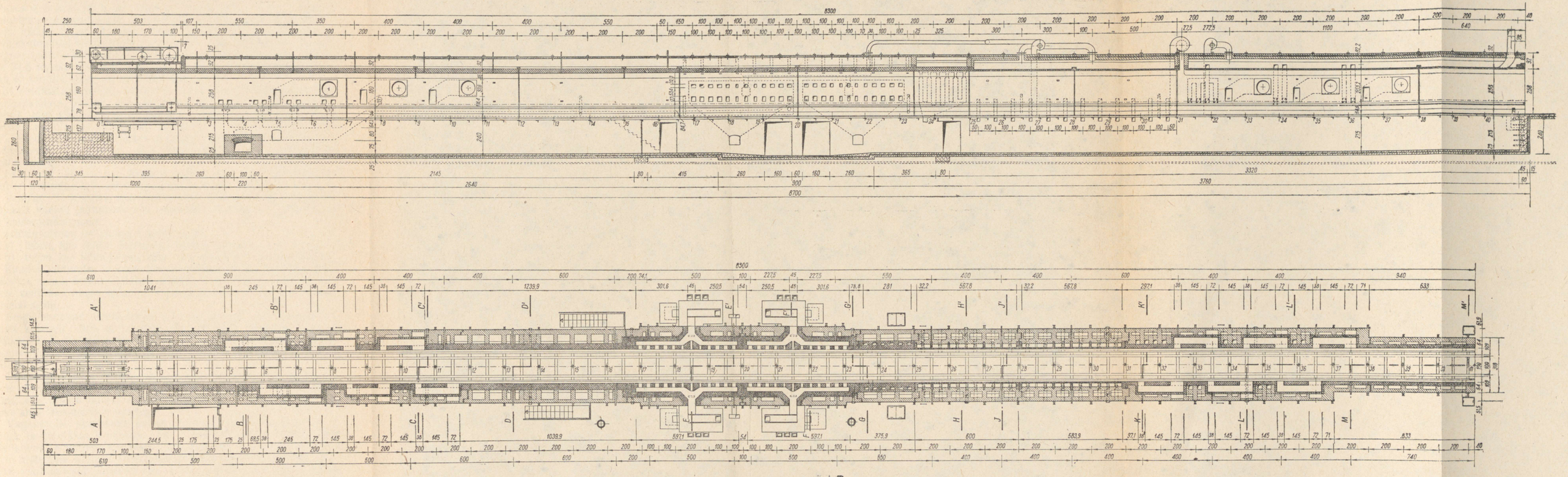
Konkursi tulemusena loodi uut tüüpi tunnelahi, milles telliste põletamine toimub poolgaasiga. Poolgaas saadakse peenkütuse põletamisel neljas poolgaaskoldes, mis asuvad mõlemal pool ahju külgedel, kummalgi pool 2 kollet.

Temperatuuride ühtlustamiseks tunnelahju põletuskanali põiklõikes on tunnelis ülerõhk (2 mm veesammast). Põletamine ülerõhuga keskkonnas soodustab põlemisgaaside tungimist ja jagunemist üle kogu ahju põiklõike.

Ahju põletus-, eelsoojendus- ja jahtumistsoonide pikkused. Teoreetiliselt võib eeldada, et tellise iga punkti kuumenemisel põletustemperatuurini on tellis põletatud ja põletamist võib katkestada. Kuid praktika näitab, et tuleb arvesse võtta temperatuuride ebaühtlast tõusmist, mistõttu põletamine peab kestma 5—7 tundi. Projektis oli ette nähtud põletustsooni pikkuseks 12 m, mis plaanipärase põletustsükli kestuse — 60 tunni — juures vastab tellise viibimisele põletustsoonis 8 tundi. Tegelik pikkus aga valiti selline, et põletustsükkel lühenes 40 tunnile, millele vastab tellise põletustsoonis viibimise aeg 5 tundi. Sellist põletustsoonis viibimise aega võib lugeda täiesti küllaldaseks, nagu on näidanud antud ahju senised ekspluatatsioonikogemused, samuti kogemused šamoti põletamisel tunnelahjudes ning telliste põetamisel ringahjus.

E e l s o o j e n d u s t s o o n. Tellise kaal ahju laadimisel on 4,9 kg, arvesse võttes mehaaniliselt seotud vee sisaldust 2%. Keemiliselt seotud vee hulk on 6%. Telliseid soojendatakse maksimaalselt kuni 1000°-ni. Tellise soojendamiseks 1000°-ni, arvesse võttes ka vee soojendamist ja väljaauramist, kulub igale tellisele 1220 kcal soojust eeldusel, et tellised pannakse ahju temperatuuril 20°.

Aeg, mis on vajalik kogu telliste massi soojendamiseks, arvestati eeldusel, et temperatuuride erinevus telliste ja suitsugaaside



Joon. 58. Tunnelahju plaan ja pikilõige.

vahel on 130—150°. Soojusülekandekoefitsient, eeldusel, et suitsugaaside kiirus on 3—3,5 m sekundis, võeti arvestusel 15 kcal/m² °C h; tellise soojusjuhtivuskoefitsiendiks võeti soojustehnilises arvestuses 0,49 kcal/m² h. Arvestus näitas, et tellise soojendamiseks põletustemperatuurini kulub 15 tundi. Sel juhul on ahju eelsoojendustsooni pikkus 21 m. Arvesse võttes ebaühtlusi ekspluateerimises, kõrvalekaldumisi vagonettide regulaarses edasilükkamises, samuti üksikute telliste kahanemist, valiti ahju eelsoojendustsooni pikkuseks 34,6 m, mis võimaldab ühtlasi ka ahju põletustsüklit vähendada 40 tunnile, nagu oli mainitud ülalpool.

Et kindlustada telliste ühtlast ja intensiivset soojenemist kogu ahju põiklõikes, asetati ahju külgseintesse (malekorras) 3 ventilaatorit, mis tekitavad suitsugaaside intensiivset liikumist selles tsoonis. Ventilaatorid paigutati tsooni, kus temperatuur on 100—500°. Need ventilaatorid tõstavad mõningal määral survet eelsoojendustsoonis ja aitavad ahju tõmbeventilaatorit suitsugaaside väljaimemisel.

Jahtumistsoon. Arvesse võttes, et soojusjuhtivuskoefitsient on põletatud tellistel väiksem kui kuivadel tellisplonnidel, s. o. 0,4 kcal/m² °C h kuiva tellisplonni 0,49 kcal/m² °C h asemel, on projektis võetud jahtumistsooni pikkuseks 36,4 m, s. o. 6% pikem kui eelsoojendustsoon.

Jahtumistsoon on jaotatud kahte ossa:

a) tsoon, kus tellise jahtumine toimub kaudselt;

b) tsoon, kus tellis jahutatakse vahetult ahju juhitava õhu poolt.

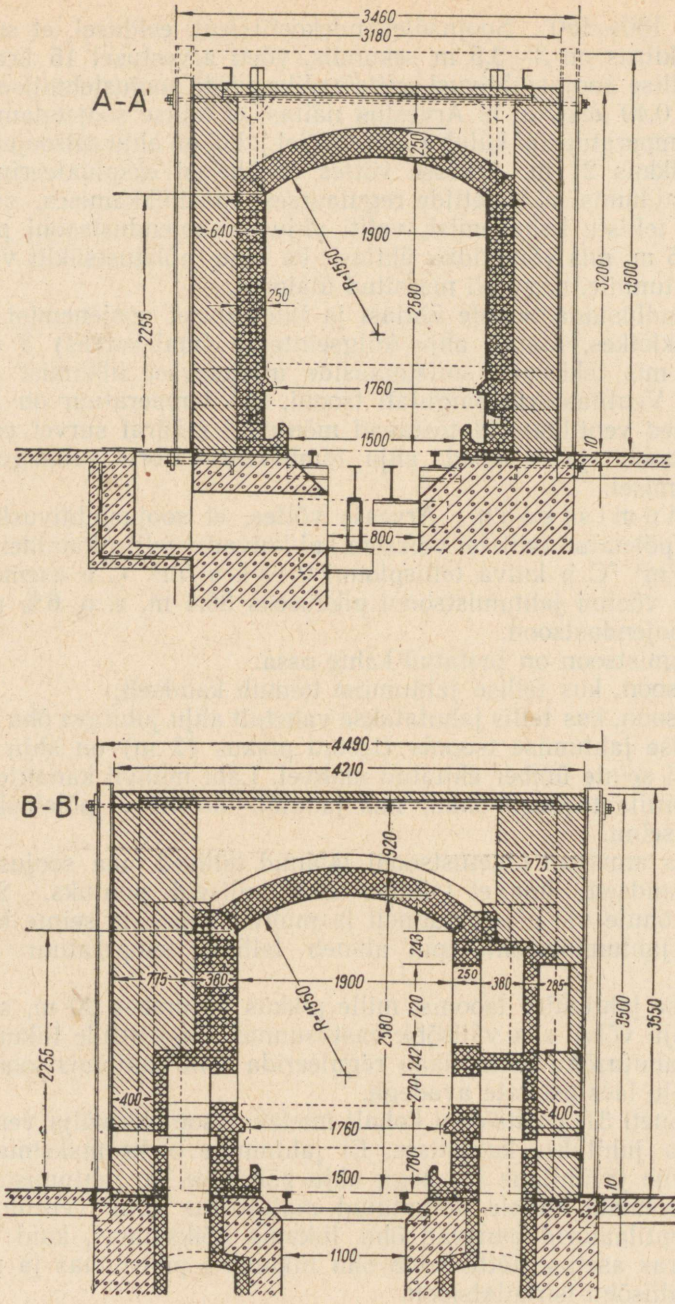
Kaudse jahtumise tsoonis (tsooni pikkus 12 m) on ahju põletuskanali seinte ümber ehitatud muhvel. Läbi muhvli kanalite imetakse ventilaatoritega õhku, mis jahutab muhvli ja põletuskanali vahelisi seinu.

Seega annavad põletustsooni läbinud tellised oma soojuse ära ainult kaudselt, ilma et jahutav õhk telliseid puutuks. Soojus antakse õhule üle põletustunneli ja muhvli vaheliste seinte kaudu. Kaudse jahtumistsooni lõpul alaneb telliste temperatuur 500—450°-le.

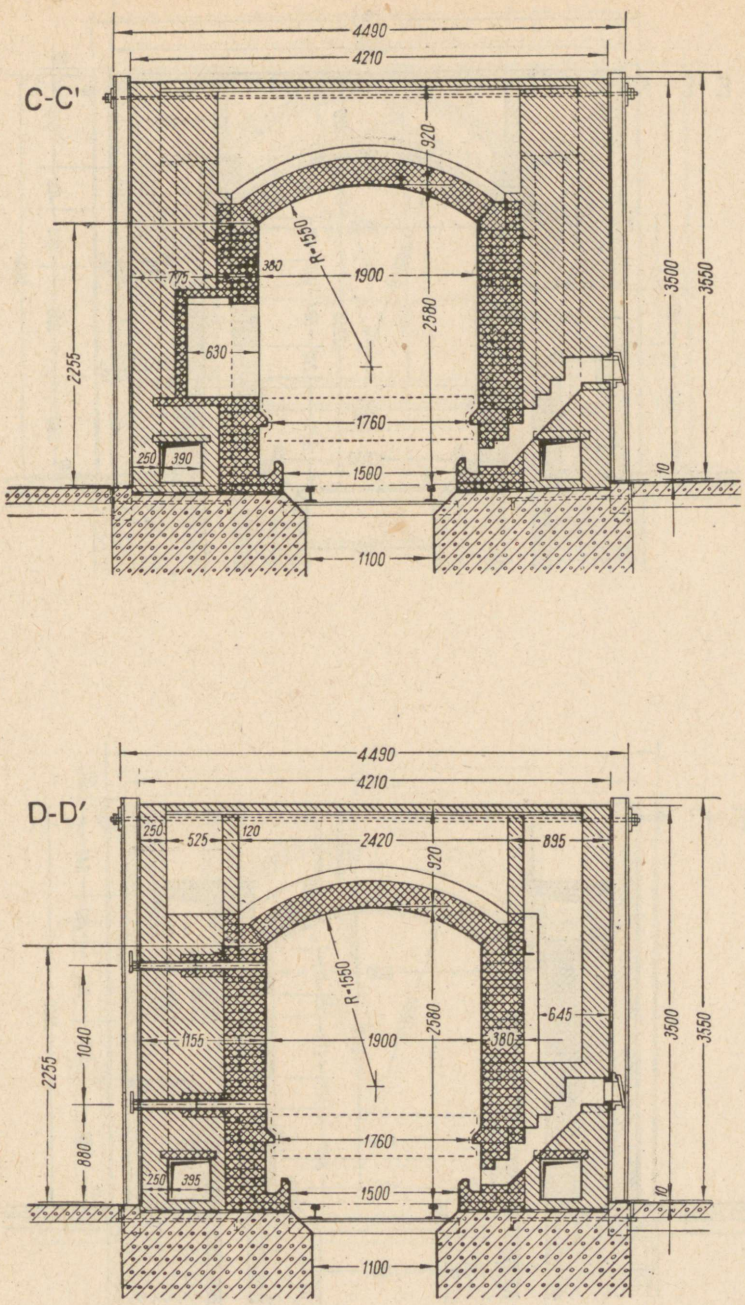
Otsese jahtumise tsoonis, mille pikkus on umbes 20 m, suunatakse ahju võlvi alla välisõhk vastusuunas vagonettide liikumisele ahjus. Jahutusõhu hulka saab reguleerida selle jahtumistsooni osa lõpus ahju laes asuvate avadega.

Vagoneti 31. positsiooni kohalt imetakse soe õhk välja ventilaatoriga ja juhitakse kuivatisse. Et jahtumine oleks maksimaalselt intensiivne ja ühtlane üle kogu ahju põiklõike, on jahtumistsoonis ahju mõlemale küljele paigutatud malekorras kolm ventilaatorit. Need ventilaatorid panevad õhu liikuma põiksuunas, kuid nende malekorras asetuse tõttu tekib õhu liikumine pikisuunas ja suureneb jahutusõhu tsirkulatsioon.

Ventilaator, mis juhib õhku ahju lae alla, ja mainitud kuus ventilaatorit peavad tekitama sellise relatiivse rõhu ahju selles osas, et kohal, kus toimub soojaõhu võtmine kuivatisse (vagoneti

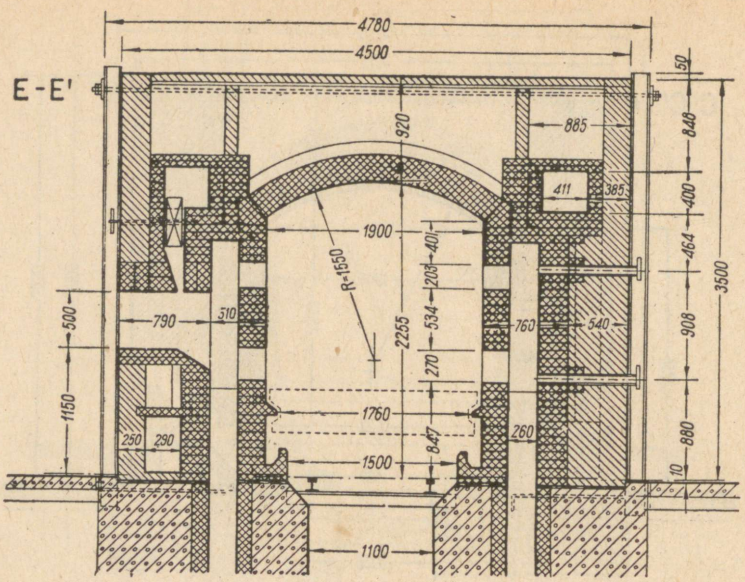


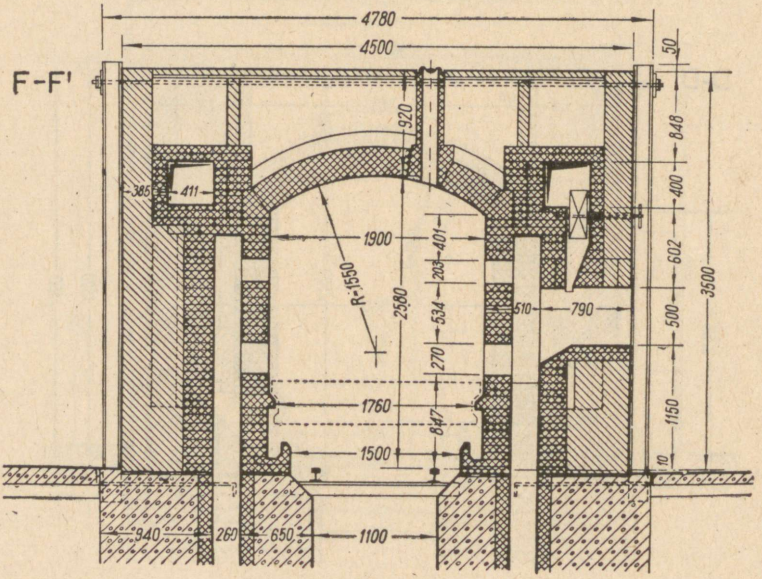
Joon. 59. Tunnelahju põiklõiked A-A¹ ja B-B¹.



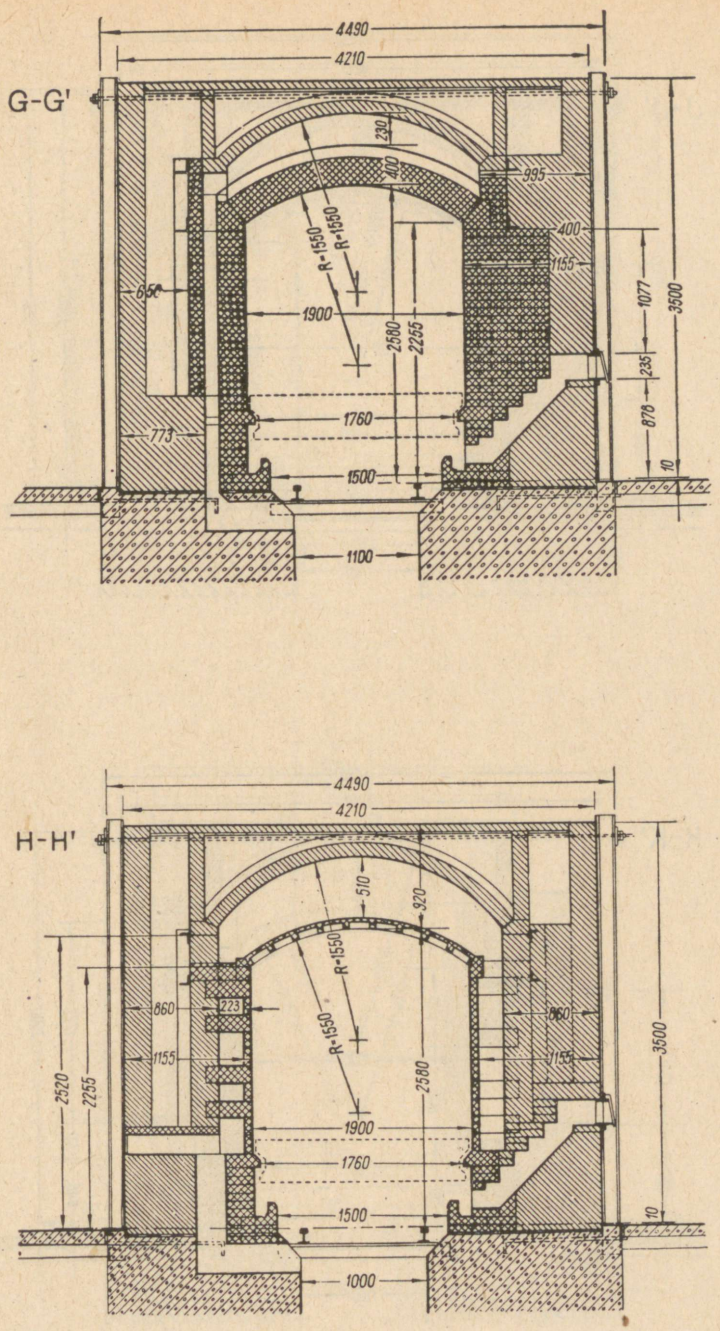
Joon. 60. Tunnelahju põiklõiked C-C[1] ja D-D[1].

TRÜ Raamatukogu

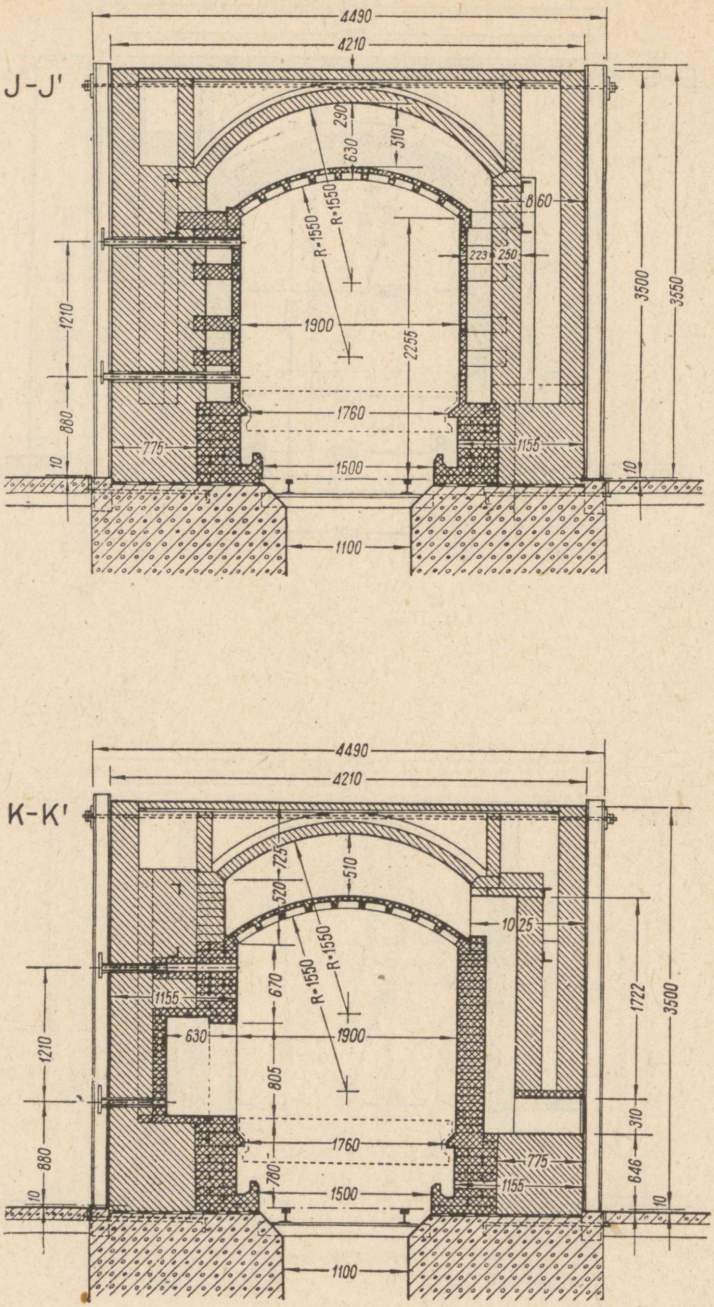




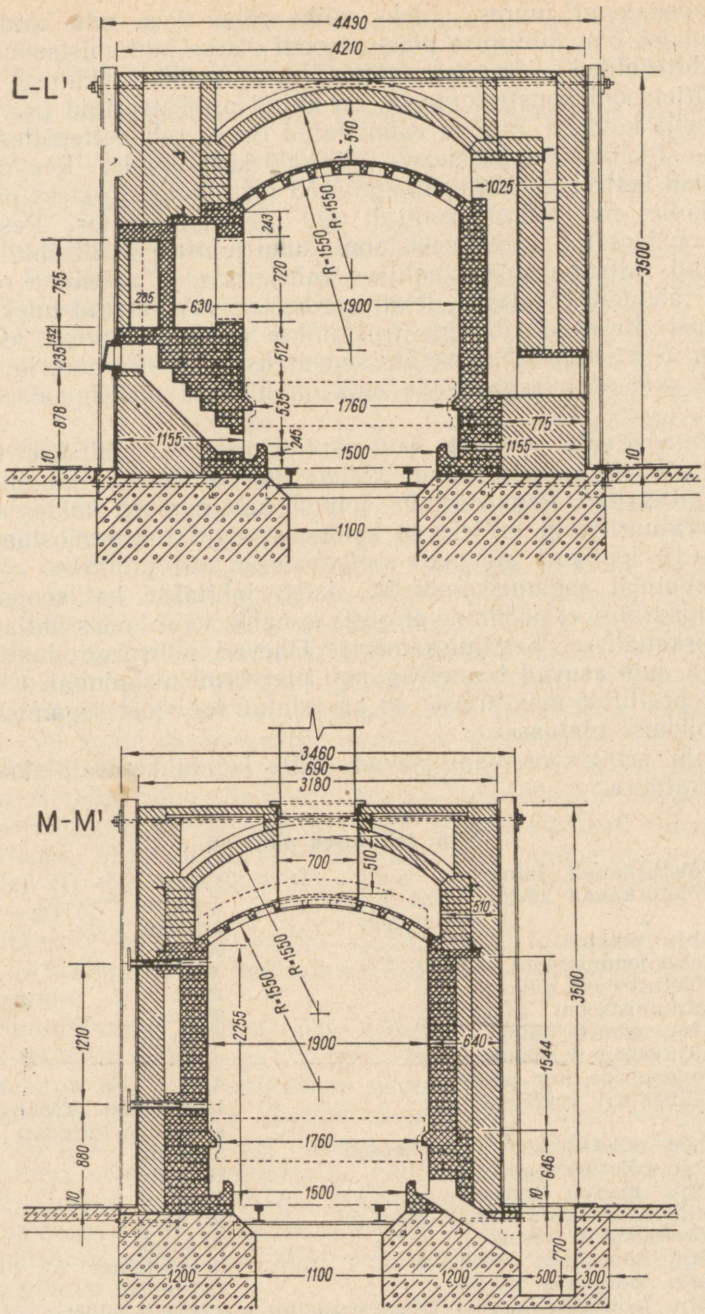
Joon. 61. Tunnelahju põiklõiked E-E¹ ja F-F¹.



Joon. 62. Tunnelahju põiklõiked G-G[1] ja H-H[1].



Joon. 63. Tunnelahju põiklõiked J-J[1] ja K-K[1].



Joon. 64. Tunnelahju põiklõiked L-L¹ ja M-M¹.

31. positsiooni juures), oleks väike rõhu tõus, mis kindlustaks tertsiaalse õhu juhtimise põletustsooni otsese jahtumistsooni osast.

Küttekolded. Arvesse võttes arvestuslikku kütusevajadust ja küttetsooni konstruktsiooni, on ahjud projekteeritud ja varustatud nelja koldega, mis on valmistatud Brnos rahvaettevõttes «Sljatina». Iga kolde tootlikkus — 350 000 kcal tunnis. Restideks on liikuvad kettrestid, küttepinnaga 0,53 m² igaüks. Koldeks on poolgaaskolle, mis töötab osaliselt kui gaasigeneraator. Restialune pind on jaotatud kolme sektsiooni, kuhu juhitakse välisõhk, mis on segatud suitsugaasidega sellises vahekorras, et põlemine restil ei oleks täielikult lõpetatud. Resti vardad on valmistatud tulekindlast malmist. Resti käivitamine teostatakse elektrimootoriga reduktori kaudu. Sobivamaks kütusetüki suuruseks on 0—25 mm, kusjuures alla 2 mm suurusega osade hulk on lubatud maksimaalselt kuni 30%.

Suitsugaasid võetakse suitsukollektorist ja juhitakse tunnelahjus olevate kanalite kaudu kollete juurde. Restide liikumiskiirus on reguleeritav. Reguleerimine toimub automaatselt koldes esineva temperatuuri järgi, milleks on koldesse paigutatud termostaat.

Restil lõplikult põlemata põlemisproduktid juhitakse rõhu all kolderuumist segamiskambrisse, kuhu juhitakse ka soojendatud sekundaarõhk, et põlemine ei oleks kohalik, vaid leviks ühtlasi ahju põletuskanalisse. Segamiskambrist lähevad põlemisproduktid läbi 12 ava, mis asuvad tunnelvagoneti platvormi tasapinnal. Üksikute avade profiilide määramisel on arvestatud takistust segamiskambri kogupikkuse ulatuses.

Ahju seintes on vaatlusavad, mille kaudu kontrollitakse ahju temperatuure.

Ahju tehnilised näitajad

Põletuskanali laius	1,9 m
Põletuskanali kõrgus seina juures	1,475 m
„ „ võlvi alla	1,800 m
Ahju pikkus	83 m
Eelsoojendustsooni pikkus	34,6 m
Põletustsooni pikkus	12 m
Jahtumistsooni pikkus	36,4 m
Ahjuvagoneti laius	1,850 m
Ahjuvagoneti pikkus	2 m
Vagonettide arv ahjus	41
Telliste arv vagonetil	1100 tellist (Tšehhoslovakkia formaat)
Ahju põletuskanali ristlõikepind	3,214 m²
Ahju põletuskanali maht	263,5 m³
Ahju mahub telliseid	45 100 tk.
Telliste arv ahju kanali ühes m³	171 tk.
Põletustsükli kestus	60 tundi
Ahju tootlikkus ööpäevas	18 100 tellist
Ahju tootlikkus tunnis	753 tellist
Ahju tootlikkus aastas (ilma praagita)	6 215 000 tellist

Ventilaatoritel, mille ülesanne on tekitada tsirkulatsiooni, on tootlikkus 80 m³/min., rõhk 2,3 mm vs.

Kaudse jahutamise ventilaatori tootlikkus on 100 m^3/min., rõhk 30 mm vs.

Otsese jahutamise ventilaatori tootlikkus on 100 m^3/min., rõhk 15 mm vs.

Ülemise osa kaudse jahutamise ventilaatori tootlikkus on 60 m^3/min., rõhk 1,5 mm vs.

Suitsuventilaatori tootlikkus on 100—120 m^3/min., rõhk 10—15 mm vs.

Värske jahutusõhu ventilaator otseseks jahutamiseks omab tootlikkuse 180 m^3/min., rõhk 25—30 mm vs.

Ahju ehituslik osa. Ahju ehitusliku osa lahendamisel võeti arvesse Poštorna tunnelahju projekteerimisel, samuti selle ahju ehitamisel ja soojustehnilisel katsetamisel saadud kogemusi.

Ahju mõõted kujutavad endast mudelahju suurendatud mõõteid. Mudeli juures võeti aluseks šamott-tellise mõõted 250×123×65 mm, kusjuures vuukide vaheks horisontaalsuunas anti 2 mm, vertikaalsuunas 3 mm. Punase tellise juures on põhimõõdeteks 290×140×65 mm; vuukide laiuseks võeti 10 mm. Põhimudeli pikkuse määras vagoneti pikkus — 2 m, millisele vahemikule paigutati pikuti 6 tellist vahedega 1 cm. Vagoneti mõlemale otsale jäi tühi ruum 50 mm laiuses kummalgi pool.

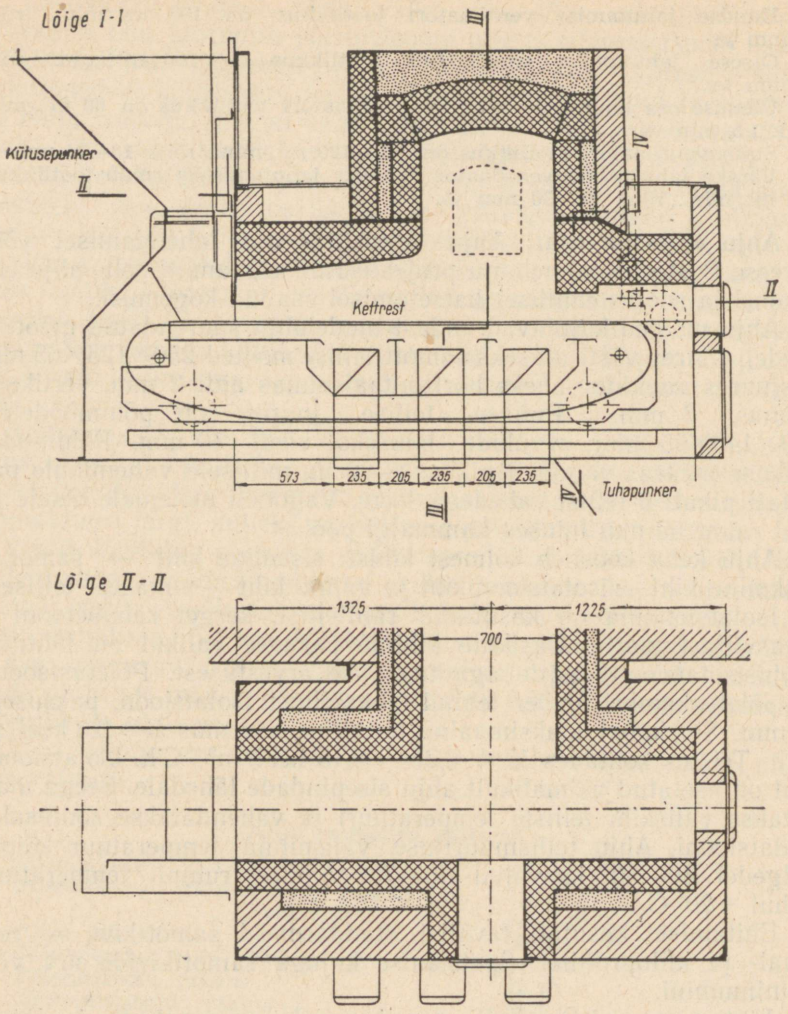
Ahju keha koosneb kolmest kihist: sisemine kiht — šamotist, keskmine kiht — isolatsioonikiht ja väline kiht — punasest tellisest.

Isolatsioonina on kasutatud ränitellist, kerget räbubetooni ja klaasvillast matte. Üksikute kihtide paksuse valikul on lähtutud soojusisolatsiooni, mitte aga tugevuse arvestusest. Põletustsoonis on põletuskambri ümber tehtud klaasvillast isolatsioon, paksusega 35 mm. Sel kohal maksimaalne termiline koormus $K = 0{,}3$ kcal/m^2 °C h. Teistes kohtades $K = 0{,}35 — 0{,}45$ kcal/m^2 °C h. Isolatsioonikiht on asetatud võimalikult ahju sisepindade lähedale. Seega alandatakse väliskihi telliste temperatuuri ja vähendatakse soojusakumulatsiooni. Ahju tellismüürituse välispinna temperatuur kõigub külgedel 40—50° ja võlvil 50—70° C piires ruumi temperatuuri puhul +20° C.

Ehitamisel kasutati tavalisi standardseid šamottkive — normaal- ja kiiluprofiile. Spetsiaalse kujuga šamottkivide arv viidi miinimumini.

Jahtumistsooni muhvli osa koosneb normaalselt harilikest šamott-tellistest paksusega 72 mm. Muhvli seinad on ühendatud ahju kehaga nii, et ühenduskivid osutaksid õhu voolamisele võimalikult väikest takistust. Temperatuurivuukide suurus on põletustsoonis 40 mm ja muus osas 30 mm, kusjuures vuukide tihendus on kahekordne, et oleks kindlustatud nende tihedus. Servi mööda on vuugid täidetud asbestnööriga. Põletustsoonis on paisumisvuukidevaheline kaugus 6 m. Muudes tsoonides — 9—14 m. Võlvides asuvad paisumisvuugid on ahju seintes asuvate paisumisvuukide suhtes nihutatud.

Suitsugaaside väljaimemiseks ahjust on vastavad avad soojendustsooni alguses — nelja vagoneti, s. o. 8 m pikkuses ahju kummalgi küljel 4 ava, mõõdetega 380×250 mm. Suitsusiibrid on teh-

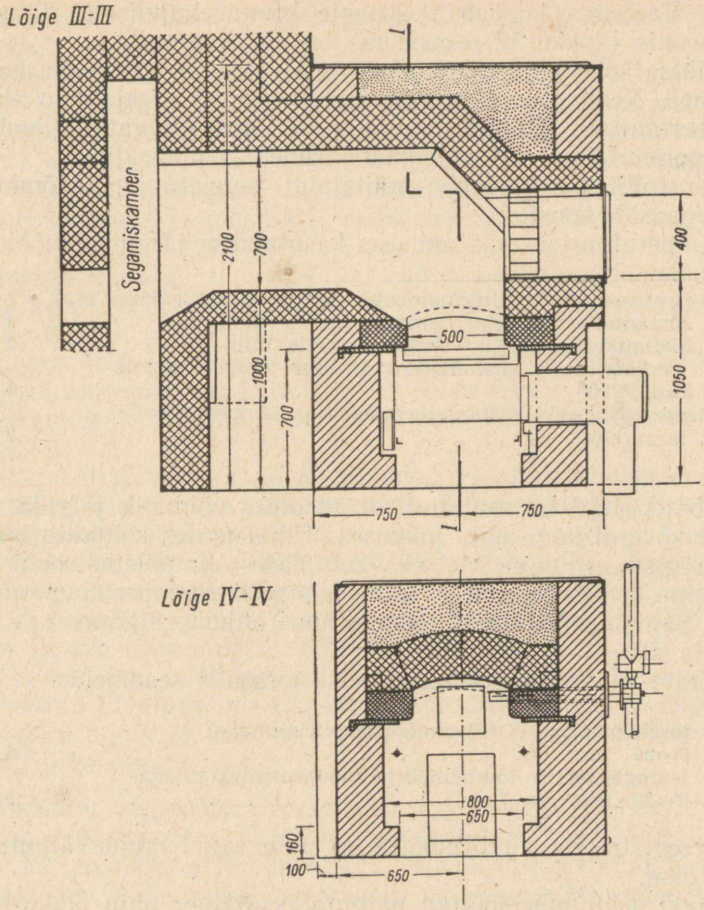


Joon. 65. Tunnelahju automaatne poolgaaskolle.

tud šamottplaadist, mis asub malmalusel. Siibreid reguleeritakse spindli abil.

Suitsukollektor on ühendatud põikkanaliga, mis ühelt poolt on ühendatud suitsukorstnaga; teisel pool asub ventilaator, mis puhub suitsugaase soojendustsooni.

Ahju all kogu pikkuses on kanal laiusega 110 cm ja sügavusega 215 cm. Kanalisse pääseb redelit kaudu ahju keskelt mõlemalt küljelt, samuti kahe sissepääsuava kaudu, mis asuvad põletustsooni taga. Kanali otstes on astmed. Selle kanali kaudu pääseb suitsu-



Joon. 65 (järg).

kollektorisse, suitsukanalisse ning segamiskambri all asuvasse tuhakogujasse.

Ahju kere omab tugeva teraskonstruktsiooni, karkassi, mis koosneb vertikaalsetest tõmbitsatega ühendatud postidest ja pikikonstruktsioonist, mis toetub neile postidele.

Ahju vagonettide rööbastee on tehtud rasketest vignoo-rööbastest. Rööpa kõrgus on 125 mm. Rööbastee laius — 1000 mm. Rööbastee toetub metall-liipritele betooni sees. Liiprite vahekaugus on 1 m. Rööbasteele on antud vagonettide liikumise suunas pikikallak 1/3%.

Ahju seintes asuvad vaateavad vagoneti platvormi kõrgusel ja võlvi kanna all. Pikisuunas on vaateavade vahekauguseks 4—6 m. Vaateavad on valmistatud terastorust Ø 76 mm, mille otsas on

kaas. Vaateava laieneb sissepoole koonusekujuliselt. Igas ahju sektsioonis (kokku 17 sektsiooni) on viis vaateava.

Tähtsa koha ahju ekspluateerimisel omavad mõõte- ja kontrollseadmed. Nendega määratakse andmed, mis on vajalikud ahju töö reguleerimiseks. Mõõtmisi teostatakse kas teatavate ajavahemike järel perioodiliselt või automaatseadmetega pidevalt.

Kontrollitakse järgmisi näitajaid: temperatuuri, tõmmet ja suitsugaaside koostist.

Temperatuuride määramiseks kasutatakse järgmisi mõõteriistu:

a) tavaline elavhõbetermomeeter temperatuurile kuni 200° 2 tk.
b) distantstermomeeter temperatuurile kuni 700° . . . 4 tk.
c) distantstermomeeter temperatuurile kuni 1200° . . . 2 tk.
d) iseregistreeriv distantstermomeeter temperatuurile kuni 700° . . . . . 4 tk.
e) iseregistreeriv distantstermomeeter temperatuurile kuni 1200° . . . . . 2 tk.

Mõõteriistad on asetatud nii, et oleks võimalik jälgida temperatuurikõverat kogu ahju pikkuses. Tähtsamates kohtades temperatuur registreeritakse. Nendeks kohtadeks on: põletustsooni algus, keskmine osa ja lõpp, s. o. koht, kus põletustemperatuur on 400—500°. Samuti mõõdetakse temperatuuri ahjust väljumisel ja suitsukorstna all.

Tõmbe määramiseks kasutatakse järgmisi seadmeid:

a) tõmbemõõtja «Krell», mõõtmispiirkonnaga 0—20 mm vs. . . . . 6 tk.
b) iseregistreeriv tõmbemõõtja mõõtmispiirkonnaga 0—30 mm vs. . . . . 1 tk.

Iseregistreeriv tõmbemõõtja on paigutatud ahju väljumispoolsesse otsa.

Tavalised tõmbemõõtjad paigutatakse kogu ahju pikkuses jahtumis-, põletus- ja soojendustsoonidesse ning nendega kontrollitakse õhu etteandmist ja suitsugaaside liikumist.

Suitsugaaside koostise kontrollimiseks kasutatakse automaatset elektrilist gaasianalüsaatorit, mis on saadud NSV Liidust. Selle riista töö põhineb õhu ja suitsugaaside soojajuhtivuse erinevusel. Kaht kambrit, kus asuvad plaatinast soojenduselemendid, läbivad ühelt poolt õhk ja teiselt poolt suitsugaasid. Erineva soojajuhtivuse tõttu jahtuvad plaatinaelemendid erinevalt. Suitsugaaside poolt tekitatud jahtumise suurus oleneb suhtelisest CO_2 sisaldusest neis gaasides. Seetõttu muutub elektriline takistus, mis on mõõdetav. Skaala on gradueeritud nii, et ta näitab suitsugaaside CO_2 sisaldust protsentides.

Ahju sulgemissiibrid on ruloo-tüüpi, kahekordsed, käsitsi teenindatavad.

Vagonettide tõukamine toimub hüdraulilise tõukuriga. Tõukur koosneb silindrist ja selles liikuvast kolvist, mis tõukab hüdraulilist

abivagonetikest. Viimane liigub mööda rööbasteed, mille nivoo on madalamal tunnelahju vagonettide rööbasteest.

Trikkel, mis asub hüdraulilisel abivagonetil, haarab tunnelahju vagoneti ja tõukab seda ahjus edasi ühe vagoneti pikkuse võrra.

Silinder ja kolb on tehtud terastorudest. Tõukuri tööröhk silindris on 37 at. Tõukuri poolt arendatav tõukejõud on 4,4 tonni, kusjuures vajalik jõud vagonettide tõukamiseks on 2,4 tonni. Survesüsteemis kasutatakse masinaõli, mille viskoossus 50° C juures on 4—5°.

Elektriga käitataval pumbal on seitse kolbi mööda perimeetrit. Iga kolvi läbimõõt on 8 mm ja kolvi käik — 10 mm. Reguleerimine toimub nii automaatselt kui ka käsitsi.

Kui vagonett ahju on tõugatud, tõmmatakse tõukuri abivagonett tagasi algasendisse, kuhu ta jääb seisma kuni järgmise vagoneti tõukamiseni. Tsükli kordamiseks on vaja jälle käivitada õlipumbad.

Käsitsi käitatavat pumpa kasutatakse elektripumba rikkisoleku korral või elektrienergia katkestamisel. Käsipumba poolt arendatav maksimaalne rõhk on 100 at.

Liivarenn on tehtud spetsiaalsest fassongšamotist. Renni pikisuunas asuvad paisumisvuugid on kaetud metallribadega. Puistamiseks kasutatakse puhast peeneteralist räniliiva. Kummalgi pool ahju on 12 ava liiva puistamiseks. Need asuvad peamiselt eelsoojendustsoonis, kus rõhk ahjus on väikseim ja kus peab olema garanteeritud liivaluku hea tihedus. Ahju väljumispoolel on pinnasesse tehtud punkrid, kuhu liiv valgub renni lõpul, kui vagonetid tõukavad liiva rennist välja.

Tunnelahju vagonetid. Tunnelahju vagoneti kandeplatvorm on valmistatud nurkterasest raamina, mis toetub kahele U-talale, kõrgusega 16 cm. Rattad läbimõõduga 340 mm on valatud terasest. Igal rattal on 2 üherealist kuullaagrit, mille staatiline kandevõime on 5000 kg ühe laagri kohta.

Enne montaaži peavad laagrid olema hästi puhastatud ja pestud linaõlis vähese kolloidgrafiidi lisandiga. Samuti peavad olema puhastatud laagri korpus, telg ja kaas. Ekspluatatsiooni kestel laagreid ei määrita.

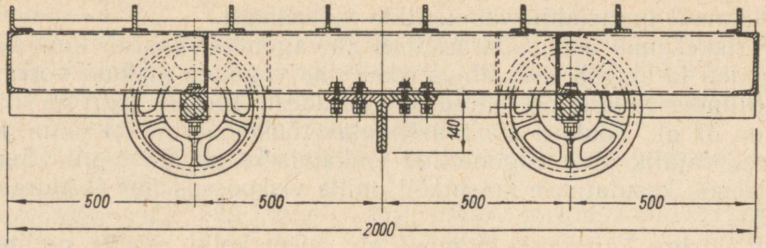
Vagoneti raamile on asetatud vooder. See koosneb kolmest kihist:

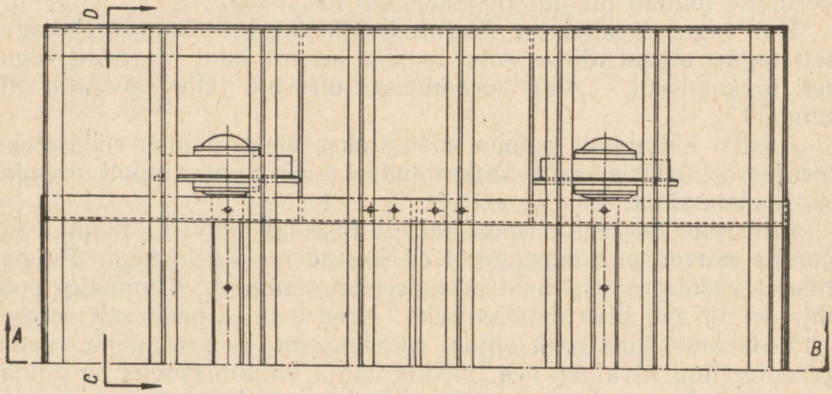
1) alumine — madalama kvaliteediga normaalmõõdetes šamottellistest, paksusega 65 mm;

2) keskmine — koosneb kolmest normaalmõõdetes ränitelliste kihist, igaüks paksusega 65 mm;

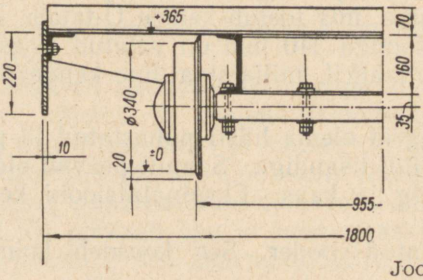
3) ülemine kiht — kvaliteetsest fassongšamotist, paksusega 132 mm. Tehasel on kavatsus asendada fassongtellis normaalse šamott-tellisega. Raami ääred on laotud kvaliteetsest šamotist. Üldine kihi paksus on 40 cm. Äärmiste kihtide soojusülekandekoefitsient $K = 1{,}1$ kcal/m³ °C h.

Lõige A-B





Lõige C-D



Joon. 66. Tunnelahju vagonett.

Keskmiste kihtide soojusülekandekoefitsient K=0,40 kcal/m² °C h.

Kogu platvormi soojusülekande resulteeruv koefitsient K=0,70 kcal/m² °C h. Pinna temperatuur vooderduskihi all on 40° kõrgem ümbritseva õhu temperatuurist. Kui võtta maksimaalseks õhu temperatuuriks 40°, siis vagoneti alumise pinna temperatuur on 80°. Metallraami temperatuur on mõningal määral kõrgem ja ülaltoodud õhutemperatuuri juures umbes 90°.

Vagoneti spetsiaalse laagri temperatuur (Poštornas) kõikus 70—75° piires. Soojuskadude vähendamiseks valiti vagoneti voodri paksuseks 400 mm. Vagonettide tihendamine pikisuunas kujundati latiga, mis on kruvitud vagoneti raami külge ja liigub liivarennis asuvas liivas. Põiksuunaliseks vagonettide tihendamiseks vagoneti vastavasse õõnde asetatakse asbestnöör läbimõõduga 30/50 mm, mis toetub terasvedrule Ø 15 mm. Kõikide pilude tihendamine ja vagoneti hea isolatsioon on vajalik, vastasel korral alaneb liialt temperatuur ahju põiklõike ülemises osas ja temperatuuride vahe ahju ülemises ja alumises osas muutub liiga suureks.

Ahju vundamendid. Vundament on veest hästi isoleeritud. Kahe paisumisvuugiga on vundament jaotatud kolmeks iseseisvaks blokiks. Vundamendialune pind on dreneeritud kahe drenaažsüsteemiga, torudest läbimõõduga 16 cm.

UUT TELLISETEHASTE PROJEKTIDES

Siinkohal on toodud andmed projektist, mis on koostatud Brnos asuva projekteerimisorganisatsiooni «Keramoprojekti» poolt.

«Keramoprojekt» on Tšehhoslovakkia suurimaid projekteerimisorganisatsioone, kes projekteerib keraamikatehaseid.

Tellisetehas aastase tootmisvõimsusega 16 miljonit tellist. Savi transportimine karjäärist on projektlahenduses ette nähtud köisteel rippuvates ja köiega veetavates vagonettides. Saviga täidetud vagonetid suunatakse kas otse tootmisse või savihoidlasse, kust savi võtmine toimub talvel. Savihoidla ehitamist peetakse vajalikuks. Selle maht peab võimaldama varuda 2,5-kuiseks tootmiseks vajaliku koguse. Savi kaevandamine hoidlast on ette nähtud paljukopalise ekskavaatoriga.

Savi töötlemiseks ja telliste ning plokkide pressimiseks on ette nähtud kaks tehnoloogilist liini järgmise skeemi kohaselt: → kastetteandja → kollerveski, → taldriksegisti → peenjahvatusvaltsid → lintpress (ilma vaakuumita) → automaatlõikaja koos telliste laadimise automaadiga → elevaator → riiulvagonett-allalaskja. Edasi kulgeb tootmine ühes tehnoloogilises liinis: → siksaktüüpi kamberkuivati → riiulvagonett-allalaskja → allalaskja → plonnide ladumine tunnelahju vagonetile → 2 tunnelahju, 106 m pikad.

Arvesse võttes, et projektikohaseks toodanguks on 16 miljonit tellist, torkab silma suur võimsuste reserv presside jõudluse ja savi ettevalmistuse alal. Piisab päevas ühe pressi kahest vahetusest või kahe pressiga töötades ühest vahetusest, et kindlustada vajalikul hulgal plonnide tootmist. Meil kehtivad projekteerimisnormid sellist võimsuste reservi ei luba. Näiteks uues Tallinna Ehituskeraamikatehases, mille aastaseks tootmisvõimsuseks on 25,7 miljonit tellist ja kus on samuti kaks tunnelahju, on ainult üks saviettevalmistusliin ja umbes samasuguse võimsusega lintpress. Kahekordse liini ehitamine tõstab tehase ehitusmaksumust ja viib

tootmisvõimsuse ühiku väljaehitamiseks vajaliku kapitaalmahutuse kõrgeks. Teiselt poolt aga ühe pressi omamine suures tehases on puuduseks, kuna tarbijad nõuavad tellisetehastelt mitmesuguseid tooteid. Vajatakse täistelliseid, õõnestelliseid, vahelaeplokke, fassaadtelliseid, drenaažitorusid jne. Iga uue toote valmistamine nõuab katsetamisi, suudmiku kohandamist jne. Omades ainult ühe pressi, mis peab andma toodangut, pole tehasel küllaldaselt aega katsetus- ja sobitustöödeks. Samuti nõuab suudmike ja lõikepinkide vahetamine teatavat aega, mis vähendab tootmise ajafondi.

Tuleb pidada õigeks seisukohta, et tellisetehas võimsusega 15—20 miljonit tellist peab omama küll kaks pressi, kuid mitte kaht tehnoloogilist liini savi töötlemiseks.

Plonnide kuivatamine, nagu nähtub skeemist, toimub siksaktüüpi kamberkuivatis, mis asub kahel korrusel. Kokku on projektis ette nähtud 4 kuivatusplokki, igas 18, seega kokku 72 kambrit. Kuivatustsükli kestuseks on 96 tundi. Kuivatamiseks vajalik soojus saadakse aurukalorifeeridest ja põletusahju jahtumistsoonist. Kalorifeerid annavad 70—75% ja ahi 25—30% vajalikust soojusenergiast.

Kuivatatud tellise plonn asetatakse alusraamidel originaalse konstruktsiooniga allalaskjale, mis ühtlasi transpordib tellised tunnelahju vagoneti juurde, kus toimub telliste ladumine ahjuvagonetile. Ladujateks on 2 töölist. Nende tööraadiuseks on 1 m. See kindlustab suure tööjõudluse. Allalaskja töötab pidevalt kiirusega, mis vastab kahe laduja töö kiirusele. Üldse on kolm allalaskjat.

Ahjuvagonetid, millele on laotud tellise plonnid, lükatakse eelsoojenduskambritesse, mis ühtlasi täidavad plonnide lao ülesannet ja kindlustavad ahju töö kolmes vahetuses ning puhkepäevadel. Eelsoojenduskambri seinad kuumendatakse ahjust võetavate suitsugaasidega. Suitsugaasid plonne ei puuduta. Seega on eelsoojenduskambrid tööprintsiibilt muhvelkambrid. Plonnid soojendatakse neis kambreis 35—40°-ni.

Tehnilis-majanduslikke näitarve. Järgnevasse tabelisse on koondatud tehnilis-majanduslikud näitarvud mitmesuguse võimsuse ja tehnoloogiaga tellisetehaste kohta, aluseks võttes projektilisi andmeid.

Tabelis toodud andmetest järelduste tegemisel on vaja arvestada, et riiklikust välisvõrgust saadava elektrienergia maksumus on jõuseadmetele — 0,60 tšehhi krooni ja valgustuseks — 0,86 tšehhi krooni kilovatt-tund. Tehaste oma elektrijaamadest saadava elektrienergia maksumuseks on 0,26—0,32 tšehhi krooni kilovatt-tund.

Näitajad / Tehase iseloomustus	Sesoonne tehas; võimsus 2—4 milj. tellist; looduslik kuivatus; tehase elektrijaam; ringahi	Sesoonne tehas; võimsus 3—6 milj. tellist; segakuivatus; tehase elektrijaam; ringahi	Aastaläbi töötav tehas; võimsus 4—7 milj. tellist; kunstkuivatus; tehase elektrijaam; ringahi	Aastaläbi töötav tehas; võimsus 7—12 milj. tellist; kunstkuivatus; tehase elektrijaam; ringahi	Aastaläbi töötav tehas; võimsus 12 milj. tellist; kunstkuivatus; tehase elektrienergia välisvõrgust; tunnelahi	Aastaläbi töötav tehas; võimsus 16 milj. tellist; kunstkuivatus; elektrienergia välisvõrgust; tunnelahi	Aastaläbi töötav tehas; võimsus 45 milj. tellist; kunstkuivatus; tehase elektrijaam; tunnelahi
1	2	3	4	5	6	7	8
Soojusenergia kulu 1000 kcal-tes (kaasa arvatud ka tehase elektrijaamale, ruumide küte jne.) 1000 tellisele*	1530	2000	2500	—	—	3700	3400
Sama — tingkütuses kg/1000 tellisele*	218	267	357	—	—	530	486
Elektrienergia kulu kWh/1000 tellisele*	15—25	24—45	60—75	75—100	105	125	110
Tööjõukulu töötundides 1000 tellisele*	35—40	30—35	26—30	22—26	22	21	17
Töötajate arv 1 milj. tellise* tootmiseks aastas	16,7	14,5	12,5	11	9,25	8,8	7
Tootlikkus ühe töötaja kohta aastas tuh. tš. kroonides . .	13—19	19—23	23—26	26—31	31	32	40
Tellise omahind tš. krooni (1000 tellist*)	310—330	330—340	340	340	340	320	270
sellest:							
töötasu	150—156	145—150	124—145	106—124	106	100	86
kütus ja elektrienergia . . .	48—51	51—57	57—60	60—81	81	88	76
juurdearvestus	20—23	23—25	25—34	34—68	68	82	74

* Tšehhoslovakkia standardtellise kohta.

II. KATUSEKIVIDE TOOTMINE

Keraamiline katusekivi on Tšehhoslovakkias levinumaid katusekattematerjale. Ligikaudsete andmete järgi toodetakse Tšehhoslovakkias umbes 150 miljonit katusekivi aastas. Sellise hulga katusekividega võib katta ligi 6,5 milj. ruutmeetrit katust.

Katusekivide toodangu suurust ja nende tähtsust katusekattematerjalina illustreerib see fakt, et ühe elaniku kohta toodetakse Tšehhoslovakkias üle 11 katusekivi aastas, s. o. neli korda rohkem kui Eesti NSV-s.

Arvesse võttes katusekivide toodangu suurt mahtu ja nende kõrget kvaliteeti, ekspordib Tšehhoslovakkia oma katusekive teistesse riikidesse.

Katusekivide üksikute tüüpide erikaal kogu toodetavast katusekivide hulgast selgub järgnevast tabelist.

Katusekivide tüüp	Hulgaliselt %	Katusepinna järgi %
Lame, valtsideta lintkatusekivi («piibrisaba»)	58,4	38,5
Lame, valtsidega lintkatusekivi («standard»)	24,2	37,8
Valtsidega, pressitud katusekivi («marseille»)	14,1	23,7
Harjakivi jt.	3,1	—

Tabelist nähtub, et levinumaks katusekivitüübiks on lintkatusekivi. Selle tootmine on rohkem mehhaniseeritud ja vähem tööjõukulu nõudev kui pressitud katusekivi tootmine. Loetletud tüüpidest kindlustab odavaima katusepinna lame, valtsidega lintkatusekivi. Viimasest laotud katuse üks ruutmeeter on 37% odavam kui «piibrisabast» laotud katus.

Katusekivide hulk katuse ühe m^2 kohta, olenevalt tüübist, on järgmine:

lame, valtsidega lintkatusekivi («standard») — 15 tk.,
lame, valtsideta lintkatusekivi («piibrisaba») — 26—34 tk.,
valtsidega, pressitud katusekivi («marseille») — 14,5 tk.

Lame, valtsidega lintkatusekivi on näidatud joonisel 67. Kohapeal nimetatakse seda tüüpi katusekivi «standardiks» või «steinbrükiks». Erinevused nende vahel ei ole olulised. Seda tüüpi katusekivide juures olgu juhitud tähelepanu katusekivi pikisuunas muutuvale profiilile, mis ongi ainukeseks põhiliseks erinevuseks, võrreldes meie katusekivide ГОСТ-is ettenähtud samasuguse katusekivitüübiga, kui mitte arvestada erinevusi mõõdetes. Pikisuunas muutuv katusekivi profiil tõstab katuse ekspluatatsioonilisi omadusi.

Muutuv profiil antakse katusekivile pressimisel automaatselt. Selleks on pressi suudmiku külge paigutatud spetsiaalsed üles-alla liikuvad plaadikesed, mille liikumisel muutub suudmiku ava pro-

fiil. Plaadikeste liikumine on ülekandehoobade kaudu sünkroniseeritud lõikeautomaadi tööga.

Roovlati külge kinnitamiseks on katusekivi kannas ava, mille surub sisse kivi pressimisel suudmikus asuv kärn.

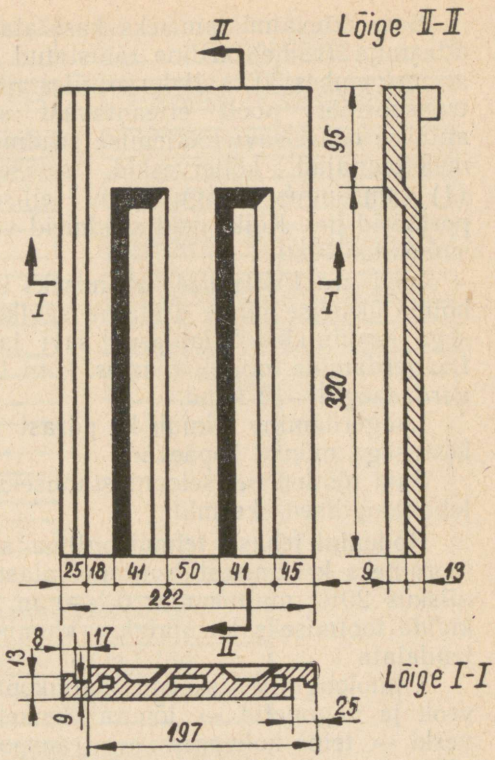
Katusekivide paksus on tavaliselt põhiosades 11—12 mm.

Tšehhoslovakkias kehtivad normid püstitavad katusekivide kohta järgmised põhinõuded:

1. Paindetugevus:
   a) valtsidega, pressitud katusekivi («marseille») — 90 kg/cm²,
   b) lintkatusekivid — 60 kg/cm².

Tugedevaheline kaugus paindeproovil — 24 cm.

2. Poorsus — 90 minuti jooksul ei tohi veesammas langeda üle 50 mm.



Joon. 67. Lame, valtsidega lintkatusekivi.

3. Vee läbitungimine — esimene veetilk veeläbitungimisproovil ei tohi ilmuda enne 24 tundi.

4. Külmakindlus — katusekivi peab taluma vähemalt 25 tsüklilist külmutust.

SAVI ETTEVALMISTAMINE JA TÖÖTLEMINE

Savi ettevalmistamisele pannakse Tšehhoslovakkia katusekivitehastes väga suurt rõhku.

Enamasti kasutatakse plastilisi savisid küllaldaselt suure paakumise intervalliga. Savisegu valmistatakse kindlas vahekorras, tihti kahest, vahel koguni kolmest ja neljast erinevast saviliigist.

Šamotti lahjendajana katusekivide tootmisel ei kasutata. Seda peetakse liiga kalliks abinõuks.

Savi ettevalmistamine toimub enamasti plastiliselt. Ainult ühes tehases (Stičanys) üks toorainena kasutatavatest savidest kuivatatakse ja jahvatatakse pulbriks. Hiljem savipulbrit jälle niisutatakse.

Savi ettevalmistamiseks kasutatakse järgmisi seadmeid: kastetteandja (esineb eriline täiustatud tüüp, kus etteandja käppade asemel umbes 30° kallaku all üles-alla liikuvad noad lõikavad kasttransportööri poolt etteantavast savist õhukesed liistud, mis antakse edasi savi töötlemise seadmeisse), vertikaalsed, nn. trummeletteandjad, kollerveskid, savisegistid; valtsid, savirasplid (1) samasugused nagu Pärnu tellisetehases, metallist kaldtransportöörid jne. Kõiki neid seadmeid valmistab Tšehhoslovakkia masinaehitustööstus.

Savi hea töötlemise tagamiseks kasutatakse ühes tehases isegi kolme üksteise järele asetatud savikollerit. Kõrvuti masintöötlemisega kasutatakse laialdaselt savi laagerdamist ilmastiku mõjul. Laagerdamine toimub suurtes, kuni 15 m kõrgustes kuhilates. Laagerdusaeg 1—12 kuud.

Laagerdamine toimub ka pärast savipakkude valmistamist — kestusega mõned ööpäevad.

Savi töötlemise iseloomustamiseks on allpool toodud mõningad tehnoloogilised skeemid.

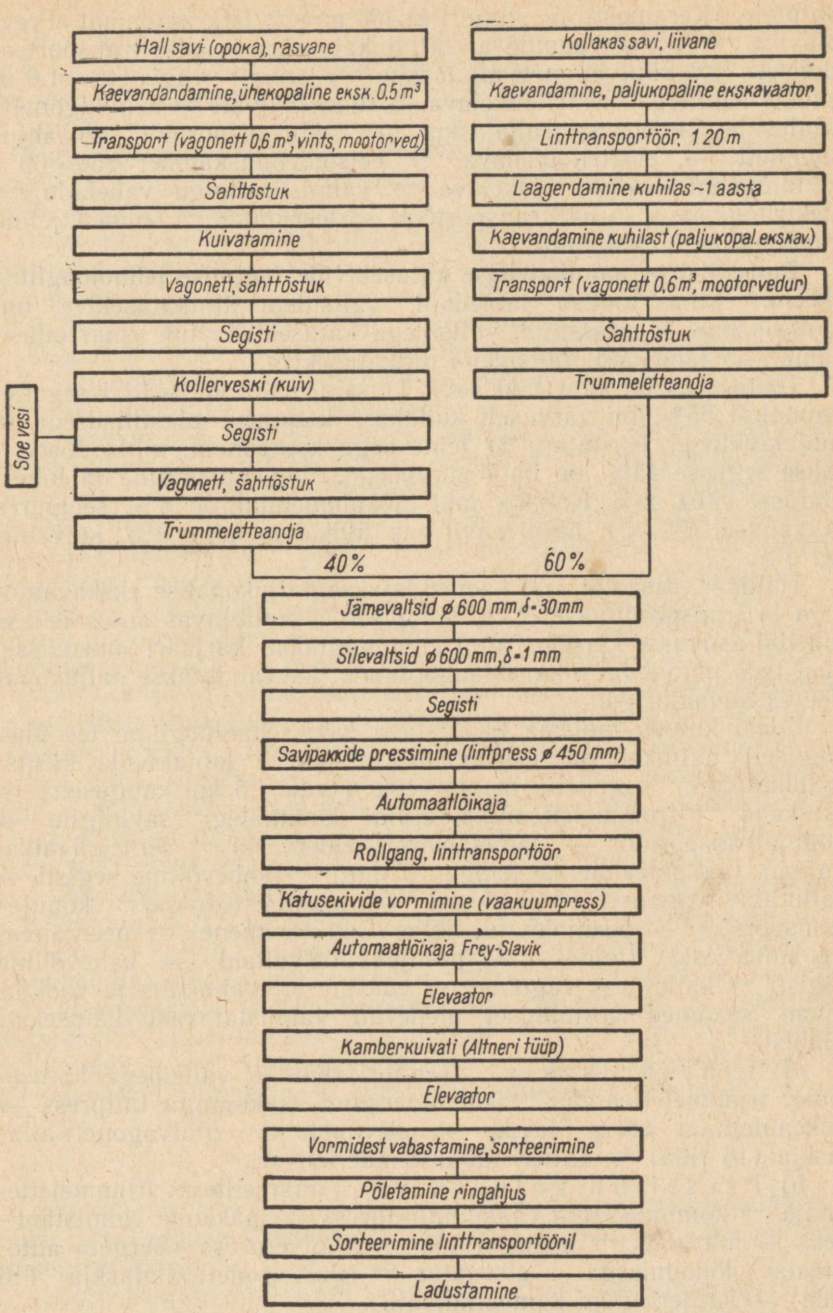
Hodonini tehase tehnoloogiline skeem. Lame, valtskatusekivi; tooraineks keskmisest suurema plastilisusega hea savi; karjääri niiskus 20%, mullakamar 0,1—1 m, lademe paksus 21 m; katusekivide tootmiseks kasutatakse alumist ja keskmist kihti ilma lahjendajata.

Tehnoloogiline skeem: paljukopaline ekskavaator → elektriveok ja vagonetid → lõputu veokett → kastetteandja → kollerveski → teine kollerveski → transportöör → peenvaltsid → kahevõlline segisti → lintpress Ø 450 mm savipakkude valmistamiseks → hälltransportöör → laagerdamine pimikus 2 ööpäeva (savi kuivamise vältimiseks lastakse pimikuruumi auru, kusjuures laagerdatakse savi ainult lamedate valtskatusekivide, mitte aga «piibrisaba» tootmiseks) → vaakuumpress Ø 350 mm firma «Keramostroi» → lõikeautomaat «Frey-Slavik» → elevaator → riiulvagonett-allalaskja → ahjupealne kuivati (kuivamisaeg 6—9 ööpäeva, soojuskandja temp. 30—40°) → siksakahi.

Drenovski tehase tehnoloogiline skeem. Lame, valtsideta katusekivi nn. «piibrisaba» (kuid tehas valmistub üleminekuks lamedate, valtslintkatusekivide tootmisele). Tehas on ehitatud 1954. a., olles seega üheks moodsamaks katusekivitehaseks Tšehhoslovakkias.

Tooraineks on kollakaspruun, alla keskmise plastilisusega savi, mille iseärasuseks on, et teda ei ole võimalik vakumeerida, kuna toode hakkab siis kihistuma. Segu koostis: 75% lahjemat ja 25% rasvasemat savi. Savikihi paksus karjääris — 5 m, mullakamar — 0,5—1 m.

Tehnoloogiline skeem: paljukopaline ekskavaator → vagonetid, kõistee → savikuhila, laagerdamine → paljukopaline ekskavaator → vagonetid 0,8 m^3, mootorveok → elektritõukelava → kastetteandja, kolme sektsiooniga → kaldelevaator → kollerveski taldriksegistiga → peenvaltsid, valtside vahega 1 mm → pünker → vaakuumita



Joon. 68. Katusekivide tootmise tehnoloogiline skeem Stičany keraamikatehases.

lintpress «Keramostroi», silindri Ø 400 mm → lõikeautomaat «Frey-Slavik» → rulltee raamile asetatud katusekivide edasitransporteerimiseks → riiulvagonett-allalaskja → kuivati vagonett, 1,6 m laiuste riiulitega elektritõukelava → tunnelkuivati → riiulvagonett-allalaskja → elevaatorallalaskja → hälltransportöör → ahjuvagonett → elektritõukelava → eelsoojenduskamber (50—60°) → tunnelahi → elektritõukelava → valmistoodangu vaheladu → elektritõukelava → hälltransportöör, sorteerimine → kolmeteljeline vagonett → ladustamine.

Bofrenitsi keraamikatehase katusekivide tootmise tehnoloogiline skeem. Tehas toodab lamedaid, valtsideta lintkatusekive, nn. «piibrisaba», ja pressitud, valtsidega katusekive, nn. «marseille», samuti ka lamedaid, valtsidega lintkatusekive.

Tooraineks on kaht liiki savi: 1) savi, mida katusekivi segusse pannakse 55%, on värvuselt kollakas, keskmise plastilisusega ja lubjakividega risustatud; 2) teine segu komponent, mida doseeritakse segusse 45%, on halli värvusega, väga plastiline ja lubjakividest vaba savi. Kollaka savi üldkahanemine on 6%, seejuures kuivamisel 6% (!), hallil savil on üldkahanemine 9%, kuivamisel 8%.

Hallikas, rasvane savi kaevandatakse paljukopalise ekskavaatoriga ja transporditakse 3 km kauguselt isekallutavas autos tehase lähedal asuvasse karjääri ning kummutatakse karjääri süvendisse, kust teda pärast 5—6-kuist laagerdamist kaevandatakse paljukopalise ekskavaatoriga.

Edasi kulgeb mõlema kasutatava savi tehnoloogiline tee ühesuguselt: paljukopaline ekskavaator → suurte lubjakivide käsitsi eraldamine → vagonett, mootorveok (vedu 1,5 km kauguselt) → estakaad → trummeletteandja eraldi kummalegi saviliigile → kogujatransportöör → jämejahvatus-kollerveski → jämejahvatusvaltsid (valtsidevaheline kaugus 3 mm) → kahevõlline segisti → kallutatav vagonett → estakaad → trummeletteandja → kogujatransportöör → peenjahvatus-kollerveski (esimene) → peenjahvatus-kollerveski (teine) → peenjahvatusvaltsid → kahevõlline segisti → kallutatav vagonett → edasine ettevalmistus ja kasutatavad seadmed vormimisel olenevad valmistatavast katusekivi tüübist.

a) Lintkatusekivi («piibrisaba» ja valtsidega katusekivi): trummeletteandja → kombineeritud vaakuumita lintpress → lõikeautomaat «Frey-Slavik» → elevaator → riiulvagonett-allalaskja (16 rida) → altneri-tüüpi kamberkuivati.

b) Pressitud katusekivi («marseille»): trummeletteandja → kombineeritud vaakuumlintpress savipakkude valmistamiseks → lõikepink → transportöör → revolverpress «Berger» automaatse lõikamisega → elevaator → riiulvagonett-allalaskja (16 rida) → altneri-tüüpi kamberkuivati.

Esimene savi niisutamine toimub auru juhtimisel esimesse vertikaaletteandjasse ja teine niisutamine kollerveskis.

Segu koosseisu liiva ega šamottpuru ei lisata.

Hoolimata sellest, et savi sisaldab lubjakivi, kindlustavad tehase poolt valitud seadmed ja tootmistehnoloogia parima kvaliteediga katusekivi Tšehhoslovakkias, mida isegi eksporditakse Saksamaale ja mujale.

Zigli katusekivide tehase tehnoloogiline skeem. Tehas toodab lamedaid, valtsidega lintkatusekive, samuti ka harjakive katusekivide komplekteerimiseks.

Tooraineks on väga plastiline punaka värvusega savi, mis sisaldab ka lubjakivitükikesi. Savi niiskus karjääris on 9%; üldine joonkahanemine — 10,5%, sellest kuivamisel 9,5%. Savikihi paksus karjääris on 20 m, mullakamar — 0,5—1 m.

Katusekivi segu koostamisel lisatakse savile lahjendajana (savi 85% ja lahjendajat 15%) peent liiva, õigemini mölli, mida tuuakse tehasesse vagunites 20 km kauguselt.

Tehnoloogiline protsess alates karjääri savi kaevandamisest kulgeb järgmiselt: paljukopaline ekskavaator transportööriga → niisutatud savi laagerdamine koonuses kuni 6 kuud (koonuse maht 10 000—12 000 m³, kõrgus 10 m) → paljukopaline ekskavaator → vagonetid mootorveol → tõstuk → trummeletteandja → kollerveski → valtsid → transportöör → vagonett → trummeletteandja → valtsid → kahevõlline savisegisti → vaakuumlintpress → lõikeautomaat «Frey-Slavik» → transportöör → elevaator → riiulvagonett-allalaskja → elektritõukelava → kunstkuivati.

Novo-Bidžovi keraamikatehase lamedate valtslintkatusekivide ja valtsideta lintkatusekivide tootmise tehnoloogia. Savi asub 12 m paksuses lademes. Töödeldakse 7 m sügavuselt. Šokolaadi värvusega, lubjakivitükikeste sisaldusega, plastiline, põletustemperatuur — 950—980°, paakumistemperatuur — 1050°, üldine joonkahanemine — 9,4%, sellest kuivamisel 9%. Lahjendajana lisatakse 20% mölli, mis tuuakse tehasesse 3 km kauguselt.

Tehnoloogiline skeem on järgmine: savikarjäär → paljukopaline ekskavaator → 0,5 m³ mahutavusega vagonett mootorveokiga → savikoonus, kuhila (laagerdusaeg 6 kuud) → vagonett → tõstuk → trummeletteandja → kollerveski → valtsid → transportöör → valtsid → transportöör → trummeletteandja → savisegisti → vaakuumlintpress → lõikeautomaat → elevaator → riiulvagonett-allalaskja → tõukelava → kamberkuivati → riiulvagonett-allalaskja → tõukelava → allalaskja → platvormvagonett → põletusahi.

KUIVATAMINE

Kuivatamisel kasutatakse eranditult soojuskandjana puhast õhku. Suitsugaase Tšehhoslovakkia tehastes katusekivide kuivatamiseks ei kasutata.

Soojuskandja saab soojuse tavaliselt aurukalorifeeridest, seejuures kasutatakse ka põletusahjude jahtumistsoonide soojust.

Põhiliseks kuivati tüübiks on kamberkuivati. Kõige levinum

kamberkuivatitest on altneri-tüüpi kamberkuivati. Selle kuivati tööprintsiip on lähemalt kirjeldatud peatükis «Telliste tootmine». Kuid esineb ka kerasonti- ja gaigeri-tüüpi kamberkuivateid.

Moodsamais, 1954. a. käikulastud katusekivitehastes toimub kuivatamine tunnelkuivatis. See on ainsaks katusekivide tunnelkuivatiks Tšehhoslovakkias.

Kuivatamise aeg kamberkuivatites 2,5 kuni 9, tunnelkuivatites 1 ööpäev.

PÕLETAMINE

Katusekivide põletamiseks kasutatakse Tšehhoslovakkias peamiselt ringahje, samuti siksakahje ja mandheimi ahju. Uusimas katusekivitehases Slovakkias, Drenovskis Košiče lähedal, põletatakse katusekive 121,6 m pikkustes tunnelahjudes.

Ringahjudes põletamisel kasutatakse kütusena pruunsütt, sageli koos kivisöega. Tunnelahjus kasutatakse kütusena puhastamata generaatorgaasi.

Katusekivide ladumisel ringahju esineb järgmisi mooduseid:

1. Tellistest laotakse jalad ja jalgade katterida, samuti ka kütterestid. Muusse ossa laotakse katusekivid, kusjuures näiteks iga kahe katusekivide rea järel laotakse vahele tellistest vaherida, mõnel juhul ülemised read (6 rida) ka ilma tellistest vaheridadeta.
2. Tellistest laotakse jalad ja jalgade katterida, samuti ka kütterestid; muusse ossa laotakse katusekivid ilma tellistest vaheridadeta. Lao jalgade kõrguseks on tavaliselt ainult 1 tellis.
3. Lao alus — põletatud, tulekindel tellis. Alusele laotakse katusekivid malekorras ilma mingi vahekihita.
4. Alumised 2 rida katusekive laotakse šamottplaatidest kassettidesse, ülemised read (7 rida) ilma tellistest või šamottplaatidest vahekihtideta.
5. Katusekivid laotakse šamottplaatidest kassettidesse.

Ringahjude tootlikkus — 600—1050 tükki ahju põletuskanali ühelt kuupmeetrilt kuus.

Tunnelahju vagonettidele laotakse katusekivid ruumi, mis moodustatakse alla ja külgedele asetatud plokkidega, mida koos katusekividega ahjus põletatakse.

Kütuse etteandmiseks ahju kasutatakse kõikide ring- ja siksakahjude juures kütteaparaate — automaate, nagu neid Eesti NSV-s kasutatakse näiteks Aseri tellisetehases.

KATUSEKIVIDE TOOTMINE STIČANY KERAAMIKATEHASES

Tehas toodab põhiliselt nn. «standard» tüüpi katusekive. Tehase tootmisvõimsus on umbes 8 miljonit katusekivi aastas.

«Standard»-katusekive peetakse kohapeal tootmise mõttes kõige progressiivsemaks. Samuti on ka ehitustehniliselt «standard»-kividel eeliseid — katus on kergem, kergesti laotav, tööjõudlus katuse ehitamisel on suur jne.

Võrreldes «standardiga» on S-katusekivi (ka Stičany tehases toodetakse seda vähesel määral) tootmine raskem, kulukam; S-kividest katus on raskem kui «standardist». Need puudused ei kompenseeri mõningaid S-kividest laotud katuse arhitektuurilisi eeliseid, mis väljenduvad ilusamas katuses.

Ülevaate saamiseks ühe või teise katusekivi kasutamise majanduslikkusest on allpool tabelis toodud nende väljalaskehinnad ja omahinnad (Stičany tehases).

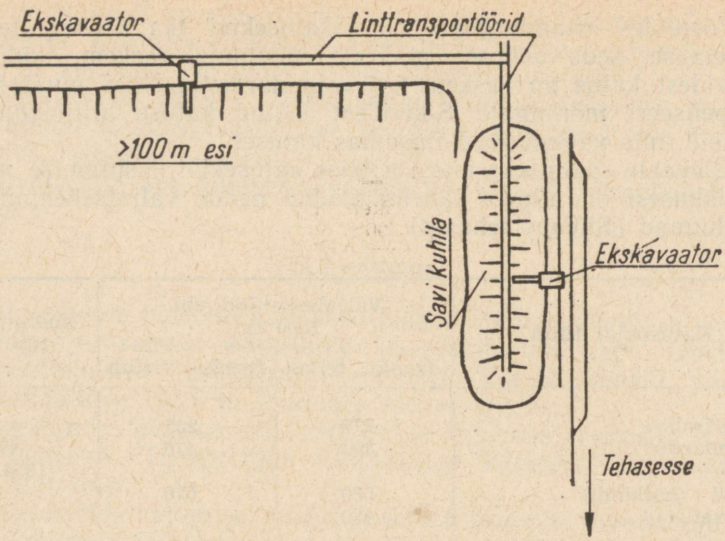
Katusekivi tüüp	Väljalaskehind rbl. 1000 tk.		Omahind rbl. 1000 tk.
	franko tehas	franko vagun	
«Piibrisaba»	270	285	
«Standard»	390	416	477 (1954. a.)
S-kivi (hollandi) . . .	530	570	
«Marseille»	430		

Kui arvesse võtta katusekivide kulu katuse ühele ruutmeetrile, on ilmne, et «standard» ehk lame valtslintkatusekivi on kõikidest mainitud toodetavaist tüüpidest odavam. «Standard»-katusekivi kaal on 2,5 kg. Katuste lubatav kalle katusekivide kasutamisel Tšehhoslovakkias on 33%.

Tooraine. Savikarjäär asub 200—400 m kaugusel tootmishooneist. Kamarakihi paksus 0,3—0,5 m. Savi kaevandatakse kahes horisondis. Esimene horisont 8—12 m on kollakas, liivane savi. Liivakiht, mis asub esimese ja teise horisondi vahel, on 1,5 m paks ja see eraldatakse ning eemaldatakse.

Teise horisondi moodustab tihe, hallikas, suure plastilisusega savi, mis esineb väga tüseda kihina. Kohapeal nimetatakse seda savi opokaks. Teist horisonti kaevandatakse kuni 20 m sügavuseni.

Kollakat savi, s. o. esimest horisonti kaevandatakse paljukopalise ekskavaatoriga. Kaevandatava savi transport kuhilasse toimub täiesti mehhaniseeritult (vt. joonis 69). Paralleelselt kaevandatava karjääri eega on paljukopalise ekskavaatori taha paigutatud linttransportöör, kogupikkusega umbes 100 m. Ekskavaatori poolt kaevandatav savi langeb otse ekskavaatori kolust transportöörile ja transporditakse karjääri ee ühte otsa, kus savi langeb teisele linttransportööride liinile, mis asetseb risti karjääri eele. Teiselt transportööride liinilt puistatakse savi kuhilasse, kus toimub savi laagerdamine. Transportöörlindi laius on 500 mm. Vajaduse korral, olenevalt karjääri edasiliikumisest, nihutatakse ka linttransportööride süsteeme. Laagerdusaeg — nõutav 1 aasta, praktiliselt 3 kuud kuni 1 aasta. Kuhilas olevat savi niisutatakse veega ülevalamise (voolikuga) teel.



Joon. 69. Karjääri skemaatiline plaan.

Selline savi laagerdamine on odav ja lihtne ning tööjõudlus suur.

Savikuhilast kaevandatakse savi paljukopalise ekskavaatoriga (ülemise haardega). Transportimine tehasesse, mis asub kuhilast umbes 200 m kaugusel, toimub koppelvagonettides (0,6 m³) mootorveduri abil. Ekskavaatori tööjõudlus on 17 m³ tunnis.

Halli savi (opokat) kaevandatakse karjääri süvises ühekopalise (0,5 m³) ekskavaatoriga ja täisvagonetid tõmmatakse välja süvisest mehaanilise vintsiga. Hall savi läheb tootmisse laagerdamata.

Savi keemiline koostis %%

	Hall (opoka)	Kollakas
Niiskus	4,1*	3,0*
Kuumutuskadu	13,14	6,0
SiO_2	47,44	69,68
Al_2O_3	12,96	8,62
Fe_2O_3	4,14	3,33
TiO_2	0,58	0,58
CaO	11,61	4,52
MgO	3,09	1,79
SO_3	0,09	—
Alkaale	2,63	2,3

* Mitte karjääri, vaid saviproovi niiskus.

Savi granulomeetriline koostis

Sõela ava suurus, mm	Avade hulk sõela cm^2	Jääk sõelal %	
		hall (opoka)	kollakas
1,07	35	0,0	6,0
1,59	100	0,0	7,0
0,20	900	0,11	26,0
0,15	2200	0,11	6,0
0,09	4900	0,11	6,0
Läbis sõela %		49,0	99,67

Tooraine ettevalmistamine. Hall savi koos vagonetiga tõstetakse tõstuk-liftiga teisele korrusele ja kummutatakse šahtkuivatisse. Tehases kasutatavate šahtkuivatite tööprintsiip on järgmine: kuivati šahtid on ehitatud lainelisest, umbes 3—4 mm paksusest plekist. Šahti ava laius on umbes 15 cm; ava pikkus 2 m ja šahti sügavus 2 m. Kogu kuivati koosneb 12 vertikaalsest šahtist, mille ülemisse lahtisesse avasse (pilusse) puistatakse kuivatatav savi. Šahti seinu moodustava lainelise pleki taha on asetatud soojendav aurutorustik, mis on soojusallikaks savist vee väljaaurutamisel. Veeaur väljub šahti ülemisest avast. Kuivamise kestus — 20—24 tundi.

Savi karjääriniiskus on 18—23%; pärast kuivamist — 2—3%. Kuivanud savi valgub kuivatussahtide all olevate siibrite avamisel koppelvagonetti. Vagonett tõstetakse tõstuk-liftiga teisele korrusele ja kallutatakse segisti kohal olevasse kolusse. Segisti toidab kollerveskit. Sellel kuivjahvatuse kollerveskil on pöörlev põhi, tootlikkus — 1,5 m^3 tunnis, põhja kausi läbimõõt — 1,5 m. Kollerveskis läbib savi sõela, mille ava laius on 2—3 mm ja pikkus 10 mm, ning valgub kahevõllisesse segistisse, kus niisutatakse sooja vee või auruga. Segistist valgub savi punkrisse, sealt vagonetti; vagonetiga koos tõstetakse savi tõstuk-liftiga teisele korrusele ja kallutatakse trummeletteandjasse (etteandja läbimõõt on 1,5 m, kõrgus — 1,5 m).

Kollakas savi tõstetakse vagonetis tõstuk-liftiga teisele korrusele ja kallutatakse vertikaaletteandjasse. Segu koosseis: 40% halli savi (opokat) ja 60% kollakat savi. Doseerimine toimub vertikaaletteandjatega.

Mõlemast toitjast läheb savi jämevaltsidesse. Valtsidevaheline kaugus on 30 mm, valtside läbimõõt — 600, pikkus — 500 mm, pöörete arv minutis — ühel valtsil 112 ja teisel 86.

Silindrilistes etteandjates niisutatakse savi auruga etteandja põhjas asuvate tiibade kaudu. Vajaduse korral lisatakse etteandjasse kuuma vett.

Jämevaltsidest kulgeb savi peenvaltsidesse; valtside läbimõõt

on 600 mm, laius — 500 mm, pöörete arv minutis — 100 ja 80, valtsidevahelise pilu suurus — 1 mm.

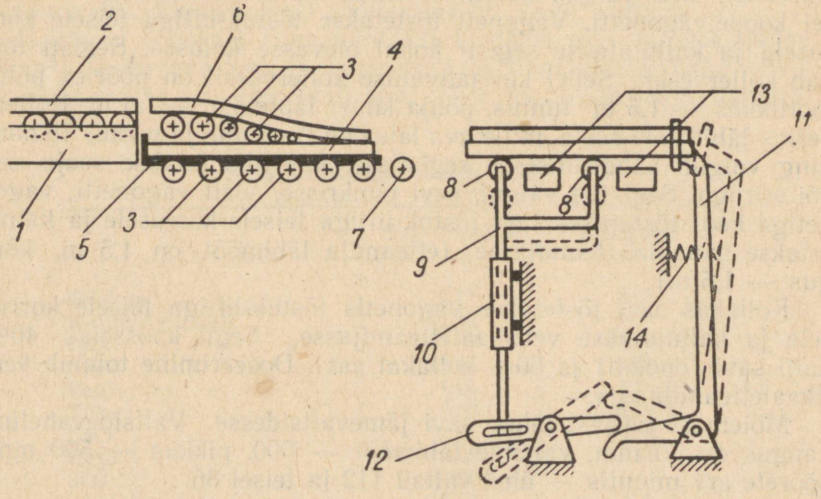
Valtse läbinud savi kulgeb kahevõllisesse savisegistisse, sealt vaakuumita lintpressi «Raupach» (esimene press), kust pressitakse välja savipakud. Pressi silindri läbimõõt — 450 mm, tootlikkus — 12 m^3 tunnis. Pakud lõigatakse lõikeautomaadiga. Pakke ei laagerdata, vaid lõigatud pakud transporditakse transportlindiga otseselt presside juurde, kus toimub katusekivide vormimine. Savipakud antakse pressi ette käsitsi.

Vormimine. Lameda, valtsidega lintkatusekivi vormimiseks kasutatav lintpress (teine press) on valmistatud tehase töökojas. Pressi silindri läbimõõt on 350 mm; vaakuum — 350 mm vs., tootlikkus — 1150—1500 katusekivi tunnis.

S-kujulise katusekivi pressimine toimub eri lintpressiga (kolmas press), mille juurde savipakud lükatakse platvorm-vagonettidel käsitsi. Pressi tootlikkus on 850—1000 tk. tunnis.

Künakujulise katusekivi valmistamiseks viiakse savipakud platvormvagonettidel neljanda pressi juurde, mis samuti on valmistatud tehase töökojas. Vaakuumi suurus on 350 mm vs. Sellel pressil toimub savipakkude vormimine, kusjuures savile lisatakse 5 kg $BaCO_3$ ühe m^3 savi kohta. Baariumkarbonaadi lisamine väldib valgete laikude tekkimist valmistoote pinnal, mistõttu katusekivi omab ilusa punase värvuse.

Künakujuline katusekivi vormitakse revolverpressil «Sežek». Pressi ülemine vorm on kipsist, alumine pronksist. Pressi tootlik-



Joon. 70. Katusekivide raamidele paigutamise automaadi skeem.

1 — automaatlõikepink; *2* — savilint; *3* — rulltee; *4* — katusekivi raam; *5* — raamide juhtlaud; *6* — lõigatud katusekivi; *7* — vedav rull; *8* — rullid; *9* — liikuv tugi; *10* — juhtsilinder; *11* — tõkkekilp koos kangiga; *12* — kang; *13* — transportlint; *14* — vedru.

kus — 300 katusekivi tunnis. Katusekivi äärte lõikamine toimub käsitsi.

Lintkatusekivi lõikamine, asetamine raamidele ja transport elevaatori juurde on täielikult mehhaniseeritud. Selleks kasutatakse «Frey-Slavik»-automaati, mis on tehase töökojas valmistatud. Raamidel asuvate katusekivide asetamine (koos raamidega) elevaatorile toimub käsitsi. «Frey-Slavik»-automaadi kinemaatiline skeem on näidatud joonisel 70.

Kuivatamine. Katusekivide kuivatamine toimub altneri-süsteemi kamberkuivatites ilma retsirkulatsioonita. Altneri kuivati põhiskeemid on antud eespool, telliste tootmist käsitlevas peatükis.

Tehases on kaks kuivatusplokki, neist üks kambrite pikkusega 12 m ja teine — 10 m.

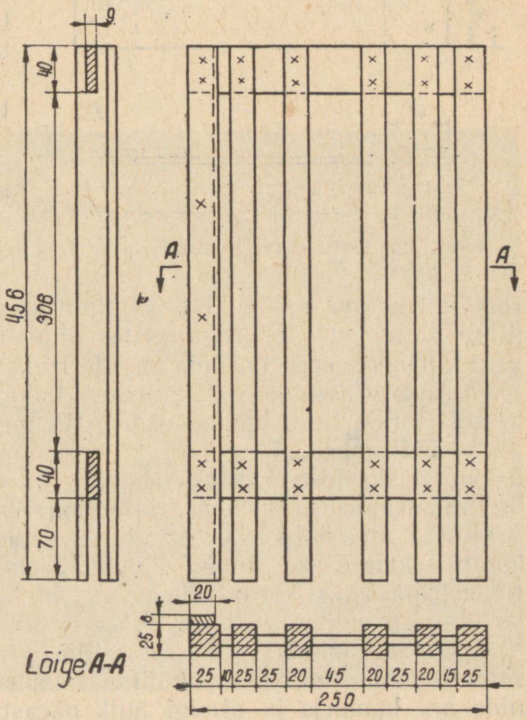
12 m pikkuste kambritega kuivati. Selles kuivatis on 4 plokki, igas 16 kambrit, kokku 64 kambrit. Kambrite mõõted: pikkus — 12 m, laius — 1,6 m ja kõrgus — 3,0 m. Kambri maht — 1600 katusekivi. Kuivati üldmahutavus — 102 000 katusekivi.

Igale riiulile laotakse 5 katusekivi, riiulite arv — 16. Kamber mahutab 20 vagonetti katusekive.

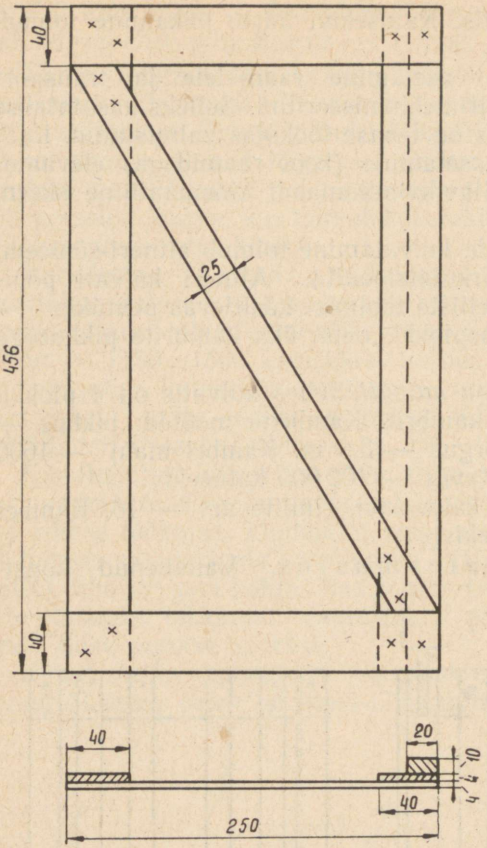
Ventilaatorite iseloomustus. Vananenud konstruktsiooniga tsentrifugaalventilaator, ratta läbimõõt — 900 mm, pöörete arv minutis — 280, mootor kahe ventilaatori jaoks — 3,0 kW, tootlikkus — 21 600 m³ tunnis.

Ventilaatori rootoril on samasugused labad nagu sirokko-tüüpi ventilaatoritel. Rootori ratta sees on vaheseinad, mis kulgevad labadest ratta tsentri poole ja jaotavad kogu ratta kaheks sektsiooniks.

Soojusandjaks kuivatis on õhk, mida soojendatakse kahe aurukalorifeeriga, samuti õhk, mis võetakse ahju jahtumistsoonist (temperatuur 75°). Värskelt vormitud katusekivi transportimiseks kuivatisse ja kuivanud katusekiviplonni trans-



Joon. 71. Katusekivi alusraam.



Joon. 72. Katusekivi pealmine raam.

portimiseks kuivatist elevaatorini kasutatakse 16 riiuliga kelleri-süsteemi vagonetti ning elektritõukelava, millele asetatakse vagonett.

Kooldumise vältimiseks kaetakse katusekivid, mis asuvad kuivati terava režiimiga tsoonides, pealt puitraamikestega (vt. joon. 71, 72).

Kohtades *1* (vt. joon. 77) on raamidega kaetud ainult alumisel ja ülemisel riiulil asuvad katusekivid ning kohtades *2* — kõik katusekivid.

Sooja õhu võtmine ahjust ja etteandmine kuivatisse toimub tsentrifugaalventilaatoriga, mille tootlikkus on 26 000—30 000 m³ tunnis (temperatuur 75°).

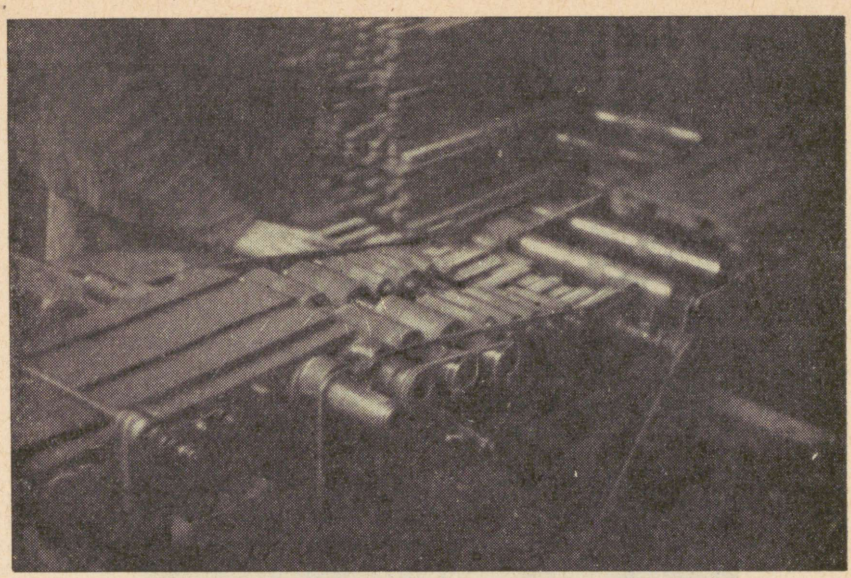
Ahjust ventilaatoriga tõmmatav soe õhk juhitakse vastavat kanalit mööda iga kuivatusploki juurde. Igas paariskambris on üks ava sooja õhu sissejuhtimiseks kuivatuskambrisse (all ukse juures) ja üks ava niiske õhu väljajuhtimiseks atmosfääri (ülal otsaseina juures; ava on reguleeritav siibritega).

Igal kalorifeeril on oma reguleerimisventiil.

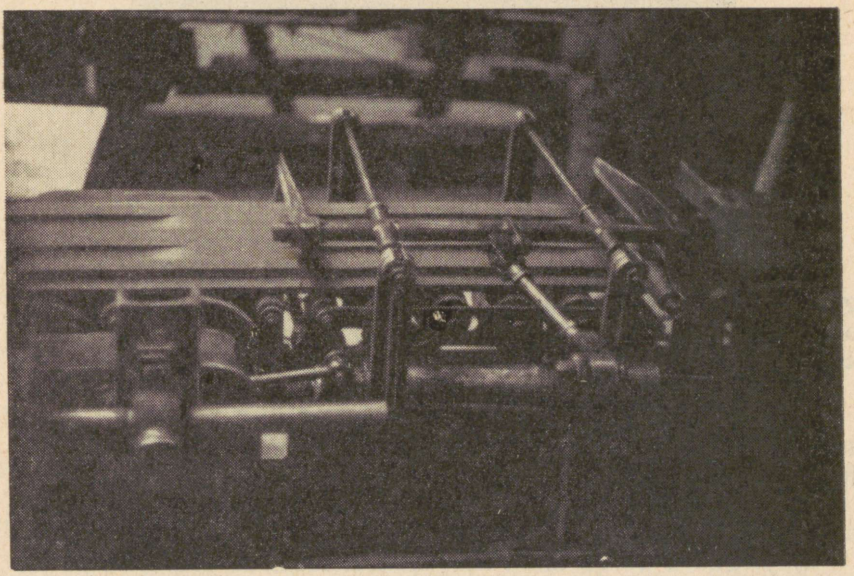
Aurukalorifeeride iseloomustus: kalorifeer koosneb 13 siledast 2″-sest torust, mille pikkus 2,5 m ja mis on ühendatud omavahel all ja ülal kahe 2,5″-se toruga; soojenduspind ühel kalorifeeril on 5,5 m². Kalorifeeri juhitakse heitaur aurumasinast rõhu all 0,15—0,2 atü. Kalorifeeride temperatuur on 80—100°.

K u i v a t a m i s e r e ž i i m. Õhu niiskuse ja temperatuuri kontroll kambrites, samuti kuivatustsehhi ruumides toimub psühromeetriga kaks korda ööpäevas ja fikseeritakse temperatuurikõverana graafikul.

Iga paariskambri uksel on selline graafik. Graafikule kantakse samuti kambri number, savilindi temperatuur, siibrite seis, plonnide arv kambris ja praagi hulk pärast väljalaadimist. Savilindi temperatuur pressist väljumisel on umbes 40° suvel ja 30° talvel.



Joon. 73. Katusekivide raamide etteandmine «Frey-Slavik» automaadi juures.



Joon. 74. Katusekivide lõikeautomaat tüüp «Frey-Slavik».



Joon. 75. Katusekivide lõikeautomaadi «Frey-Slavik» üldvaade Stičany keraamikatehases.

Esialgne temperatuur kambris hoitakse kõige rohkem 5° kõrgem savilindi temperatuurist. Kuivatist väljuva õhu temperatuur on 2—3° madalam psühromeetri kuiva termomeetri näidust — keskmiselt 42°. Psühromeeter paigutatakse kambri ukse juurde.

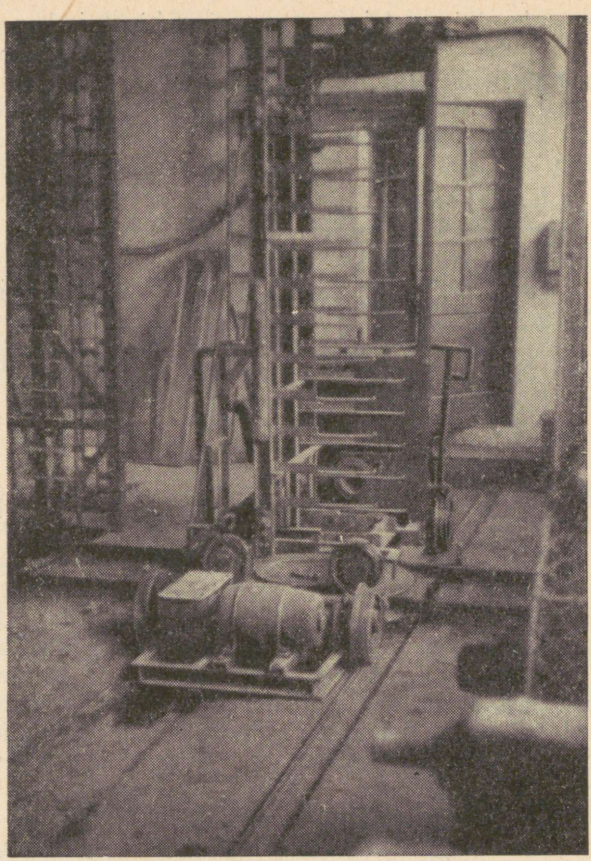
Kuivatamist reguleeritakse järgmiselt:

1) täidetakse täielikult paariskamber (mõlemad kambrid), suletakse uksed, käivitatakse ventilaator, avatakse atmosfääri väljuva õhu siiber 10 cm;

2) 8—10 tunni järel, olenevalt kambri temperatuurist, lastakse aur esimesse ukse juures asuvasse kalorifeeri;

3) järgneva 6—10 tunni möödumisel lastakse aur teise kalorifeeri;

4) järgneva 6 tunni möödumisel, s. o. 20—26 tundi pärast



Joon. 76. Katusekivide elevaatorid ja riiulvagonett-allalaskja 2. korrusel Stičany keraamikatehases.

kambri sulgemist, avatakse ahjust tuleva sooja õhu siiber 10 cm. Sellisesse asendisse jääb siiber kuni kuivatamise lõpuni.

Kuivamine loetakse lõppenuks, kui psühromeetri kuiva ja märja termomeetri näitude erinevus on 10—12°.

Valtsidega lintkatusekivi («standard») ja S-kujulise katusekivi ning harjakivi kuivamise kestus on 72—82 tundi.

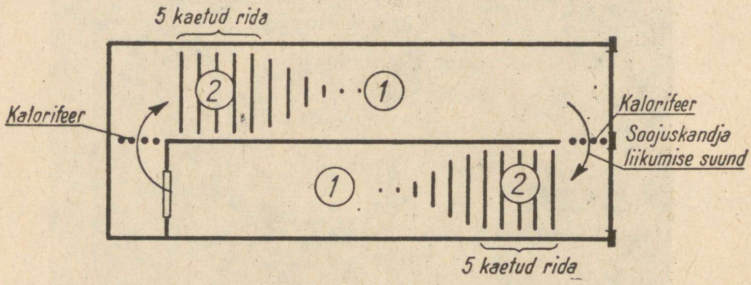
Tehase poolt teostatud katsed näitasid, et harjakivi (rennikujuline) võib kuivatada 27 tunniga.

Rennikujulist katusekivi kuivatatakse ahjupealsetes riiulkuivatites; kuivatusaeg 5—7 ööpäeva.

Praagi tunnused liigitatakse järgmiselt: 1) kõverad, 2) pragudega, 3) murdumine, 4) äralöödud nurgad, 5) pinna karedus ja 6) võõrkehade, lubjatükkide sisaldus.

Kõige sagedamini on tehases praagi põhjustajaiks: pragulisus ja samuti, kuigi tunduvalt vähem, kõverdumine. Praak moodustas 1954. a. keskmiselt 9—16%.

10 m pikkuste kambritega kuivati. Kuivatil on 2 plokki — 6 ja 12 kambriga ning paariskambrid, mis töötavad ilma ahju jahtumistsoonist tuleva sooja õhu sissejuhtimiseta.



Joon. 77. Kuivati paariskambri tsoonid, kus katusekivide plonnidele on peale asetatud puitraamid plonnide lõhkikuivamise vältimiseks.

Kambrite mõõted: pikkus — 10 m, laius — 1,6 m, kõrgus — 3,0 m. Kambri mahutavus — 1280 katusekivi. Kogu kuivati üldmahutavus — 23 000 katusekivi. Kuivatil on 16 riiulit; kamber oma pikkuses mahutab 16 vagonetitäit. Soojuskandjaks on õhk, mida soojendatakse paariskambrites asuva kahe aurukalorifeeriga, ja soe õhk, mis imetakse kuivatustsehhi ruumist vastavate spetsiaalsete avade kaudu.

Plonnide transport toimub samuti kui 12 m pikkuses kuivatis.

Ventilaatorite iseloomustus. Tsentrifugaalventilaator, vananenud konstruktsioon, ratta läbimõõt — 1200 mm, pöörete arv minutis — 280, tootlikkus — 22 000 m³ tunnis.

Paariskambrite uste ees keskel, põranda pinnast allpool on nišš, mis vastavate avade kaudu on ühendatud esimese ja teise kambriga.

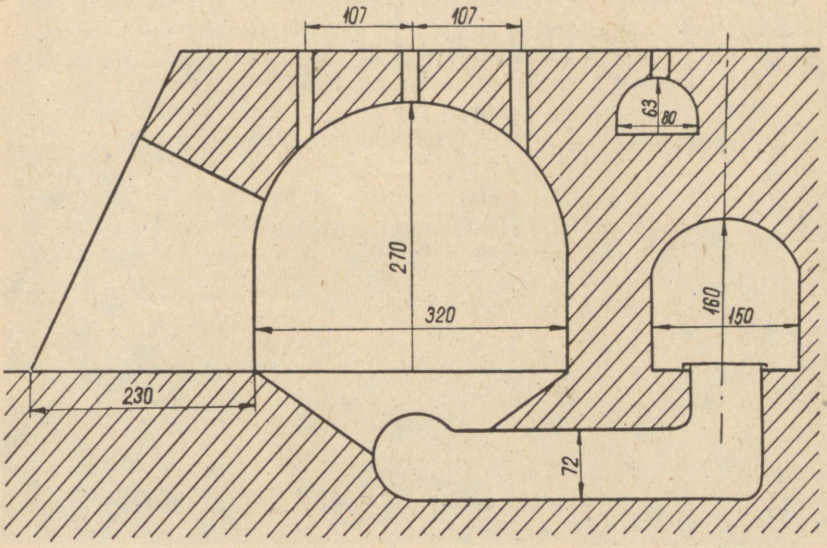
Nišš kaetakse terasplekiga, milles on kaks 70—80 mm läbimõõduga ava, mille kaudu imetakse õhk tsehhi ruumist kambritesse. Uste vastaspoolel, kambri otsaseina ülemises osas on siibriga reguleeritav ava, mida kasutatakse õhu kambrisse imemiseks kuivatustsehhi ruumist (suvel), ja alumises osas siibriga reguleeritav ava õhu väljalaskmiseks kambrist atmosfääri.

Kuivatamise reguleerimine on peaaegu samasugune kui 12-meetristel kuivatuskambritel.

Tehasel on kavatsus asendada kuivatite tsentrifugaalventilaatorid tiivikventilaatoritega.

Põletamine. Katusekivid põletatakse 16-kambrilises ringahjus. Ahju mõõted: laius — 3,2 m, kõrgus — 2,7 m, kambri pikkus — 5,5 m; kambri maht — 41,4 m³, ahju maht — 662 m³.

Ahju konstruktsioon. Suitsukanal asub ahju keskel. Suitsukanali peal asub soojaõhu kanal. Igal kambril on suitsukoonus. Alttõmme. Ahju kambri lõpus on 180—200 mm lai, lahtine suitsu äratõmbe kanal, mis on põiki põletuskanali teljele ja ulatub ühest ahju seinast teise. See kanal on ühendatud suitsukanaliga (vt. joon. 78).



Joon. 78. Põletusahju põiklõige.

Kütteavadevaheline kaugus piki ahju telge on 1100 mm ja põiki ahju — 1060 mm. Kütteridasid on igas kambris 5, igas reas 3 kütteava.

Ahi töötab loomulikul tõmbel.

Kütuse sisseandmiseks ahju kasutatakse kütteaparaate. Tuletsooni pikkus on 20 rida. Kütteaparaadid asuvad üle ühe rea, laiuti 3 aparaati kõrvu (igal kütteaval). Seega köetakse korraga 30 kütteaparaadiga (piki ahju telge töötab 10 aparaati).

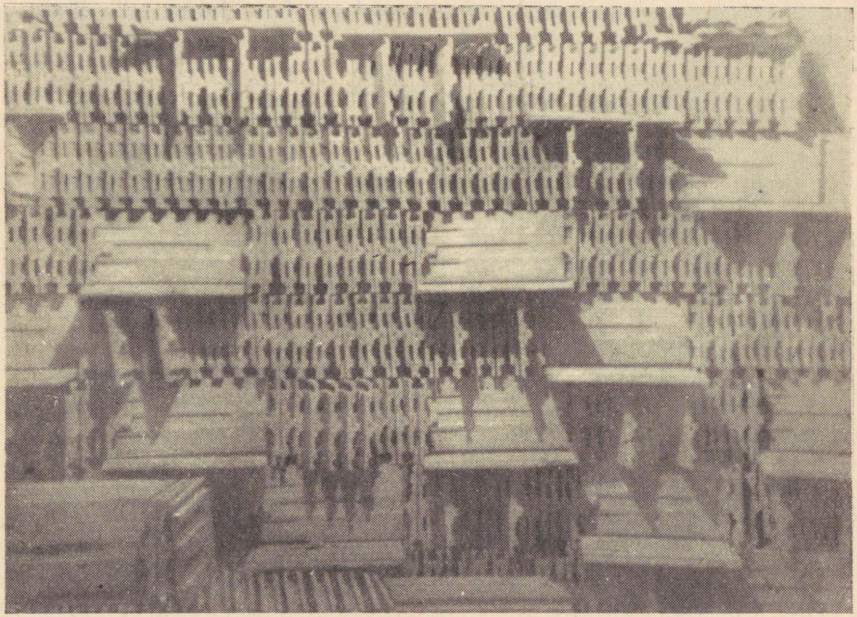
Suitsugaasid eraldatakse läbi 3—4 koonuse. Esimene koonus, arvates esimesest tule all olevast reast, on avatud 25%, teine — 50%, kolmas — 75% ja neljas — 100%.

Pabersirmid paigutatakse iga kambri järel.

Ahju jahtumissoojus kogutakse kütteavadele asetatud metallkünade kaudu ja juhitakse soojaõhu kanalisse, kust ta juhitakse kuivatisse. Kuivad plonnid viiakse ahju platvormvagonettidel, millel on löögi pehmendamiseks vedrud. Vagonetid liiguvad rööbasteel.

Ahju põhjas asuvad lahtised suitsu äratõmbe kanalid kaetakse pealt serviti asetatud tulekindlate tellistega, peale selle veel teise,

lapiti asetatud tulekindlate telliste reaga. Sellele aluskihile laotakse katusekivid, toetudes pikemale katusekivi servale (vt. joon. 79).



Joon 79. Katusekivide ladu ringahjus.

Ahju põhjast kuni laeni laotakse 11—12 rida katusekive. Vahed lae ja ahju seinte vahel täidetakse tulekindlate tellistega. Selleks et anda katusekivide laole püsivust, laotakse osa katusekive ka ahju telje suhtes lapiti (vt. joon. 79).

Kütterestid moodustatakse katusekivide plonnidest. Selleks tõmmatakse osaliselt välja 2—3 serviti katusekivi ja asetatakse neile peale praak katusekivi, mis moodustab lavakese, kuhu kütus kütteavast kukub ja kus ta põleb.

Katusekivide niiskus ahju ladumisel on 3—4%. Ahju põletuskanali ühte kuupmeetrisse laotakse keskmiselt 220 katusekivi (valtsidega lame katusekivi) ja 50—60 tulekindlat tellist.

Ahju kambri uksed laotakse kahe seinana. Esimene sein laotakse savisegul ja määritakse pealt saviga, teine laotakse esimesest 20 cm kaugusele ilma saviseguta, kuid pealispind määritakse saviga.

Ahju ladumine ja ahjust väljaladumine toimub ühes vahetuses käsitsi.

Ahju režiim:

ettevalmistustsoon	3—4 kambrit
tuletsoon	4 „
jahtumistsoon	4—5 „
töötsoon	4 „
kokku	16 kambrit

Põletustemperatuur on 960—980° C. Temperatuuri ja tule jälgimiseks tehakse kambri ustesse vaateavad, mille kaudu võib jälgida ahju asetatud püroskoope. Igasse kambrisse asetatakse 4 püroskoopi (940, 960, 980 ja 1000° C). Peale selle kontrollitakse temperatuuri püromeetriga.

Põletamiseks kasutatakse pruunsütt, mille kalorsus on 3600 kcal, niiskus — 15%, tuhasisaldus — 28%. Enne ahjule tõstmist sõelutakse süsi läbi sõelte, avadega 10—15 mm. Ahjulaele tõstetakse süsi elevaatoriga ja kuivatatakse seal enne kütteaparaatide täitmist.

Tingkütuse kulu põletamisel on 150—160 kg 1000 katusekivi kohta.

Ahju tootlikkus on 1050 katusekivi põletuskanali ühelt kuupmeetrilt kuus. Põletuspraak — 6—8%. Põletus on kogu ahju põiklõikes ühtlane.

Tehases on laboratoorium, mis teenindab 11 keraamilist tehast. Tehase laboratooriumis kontrollitakse:

i g a p ä e v:

1) katusekivi temperatuuri pressist väljatulekul,
2) kuivatuskambri temperatuuri katusekivi kambrisse asetamisel,
3) pressitud katusekivi tihedust,
4) pressi vaakuumkambri vaakuumi suurust;

ü l e p ä e v a:

5) halli savi (opoka) analüüs pärast jahvatamist kollerveskis,
6) kahanemist kuivamisel,
7) üldist kahanemist,
8) pressitud katusekivi plonni niiskust,
9) külmakindluse koefitsienti,
10) veeimavust;

k o l m e p ä e v a j o o k s u l 1 k o r d:

11) $CaCO_3$ sisaldust massis (on kuni 12%),
12) soolade eraldumist katusekivile,
13) kapillaarsust,
14) veetilga ilmumist põletatud toote pinnale (veepidavuse katse),
15) paindetugevust,
16) halli savi tükikeste (üle 1 mm) sisaldust katusekivi plonnis. Tegelik sisaldus 15—21%.

Ühe töölise tootlikkus aastas — 45 000 katusekivi.
Katusekivi omahind — 454 krooni.
Tööliste arv tehases — 155. Pressimisel töötatakse ühes vahetuses.
Energiaga varustamiseks on tehasel jõujaam.
Aurukatla küttepind — 250 m^2, aurumasin — 200 HJ.
Heitauru kasutatakse kuivatite kalorifeerides.
Tingkütuse kulu: kuivatamisel — 110 kg ja põletamisel — 140 kg 1000 katusekivi kohta.
Elektrienergia kulu — 94 kWh 1000 katusekivi kohta.
Omahinna struktuurist annab ülevaate allolev näide:

Kulu liik	Kulu osatähtsuse % omahinnas
Tooraine	0,3
Kütus	3,0
Elektrienergia	8,5
Töötasu	31,5
Tsehhikulud	26,4
Üldtööstuslikud kulud	16,2
Praak	14,1
	100,0

KATUSEKIVIDE TOOTMINE DRENOVSKI NOVA-VES'I KERAAMIKATEHASES

Drenovski keraamikatehas on Tšehhoslovakkia üks uusimaid ja moodsamaid tehaseid, kus toodetakse katusekive. Tehas on ehitatud 1954. a.

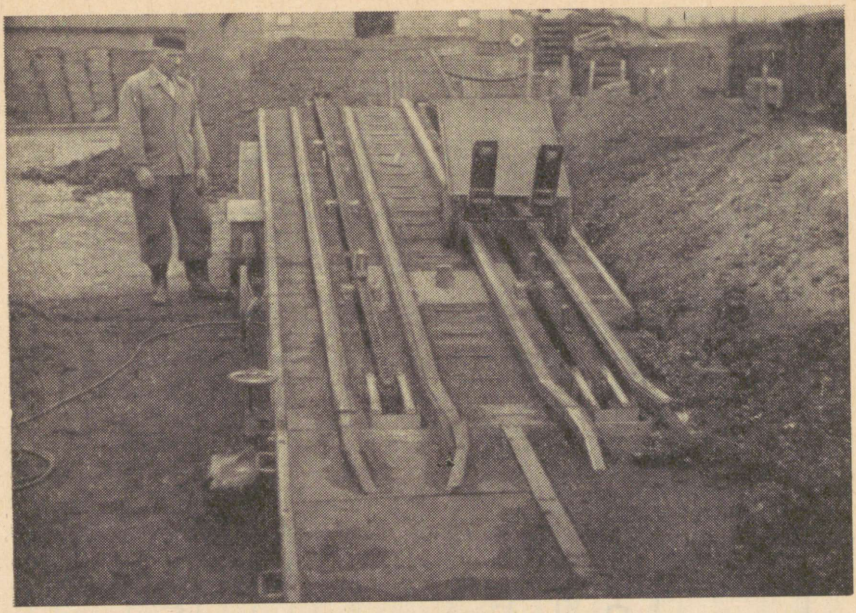
Projektikohane tehase aastane tootmisvõimsus on 16 miljonit lamedat, valtsiga lintkatusekivi ja 850 000 simpleks-tüüpi vahelaekivi. Tehases töötab 140 töölist.

Tooraine kaevandamine. Katusekivide ja vahelaeplokkide tootmiseks vajalik savi kaevandatakse tehasest 1,5 km kaugusel asuvast karjäärist. Savi kaevandamisel kasutatakse paljukopalist ekskavaatorit ja savivagonettide transportimiseks tehasesse — köisteed.

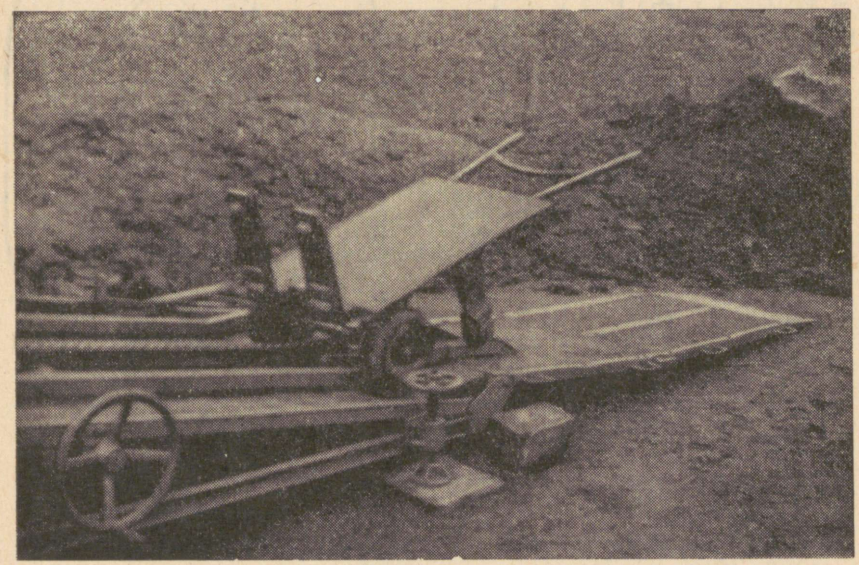
Ekskavaator puistab savi rööbasteel asuvatesse vagonettidesse, mille maht on 0,5 m^3. Vagonettide kered on alusvankritelt äratõstetavad.

Täislaaditud vagonetid lükatakse käsitsi või mootorveokiga, olenevalt veokaugusest, köistee jaama, kus vagonettide kered tõstetakse monorelsile ja lükatakse siis edasi köisteele.

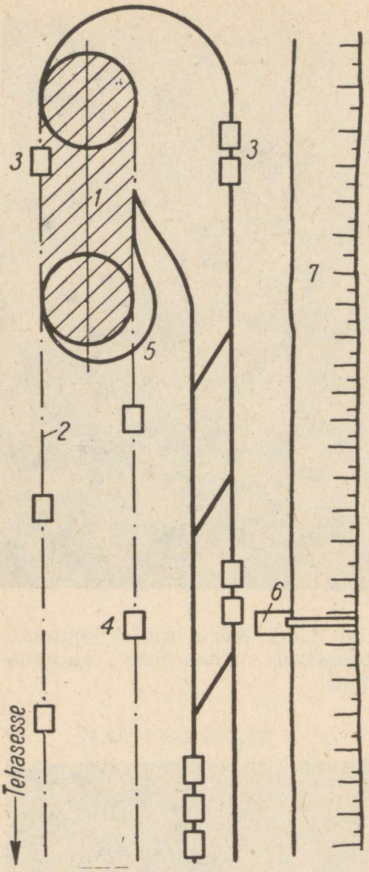
Vagonettide alusvankrid, millelt on kered ära tõstetud, lükatakse käsitsi kohta, kuhu tehasest tuuakse tagasi vagonettide tühjad kered. Siin lahutatakse tühi vagoneti kere köistee kinnitus-



Joon. 80. Mehaaniline laadimisplatvorm. Üldvaade. Käru, millel konteineritessé laotud katusekivid tõstetakse autokastini mehaanilise laadimisplatvormi poolt.



Joon. 81. Mehaanilise laadimisplatvormi alumine osa koos käruga.

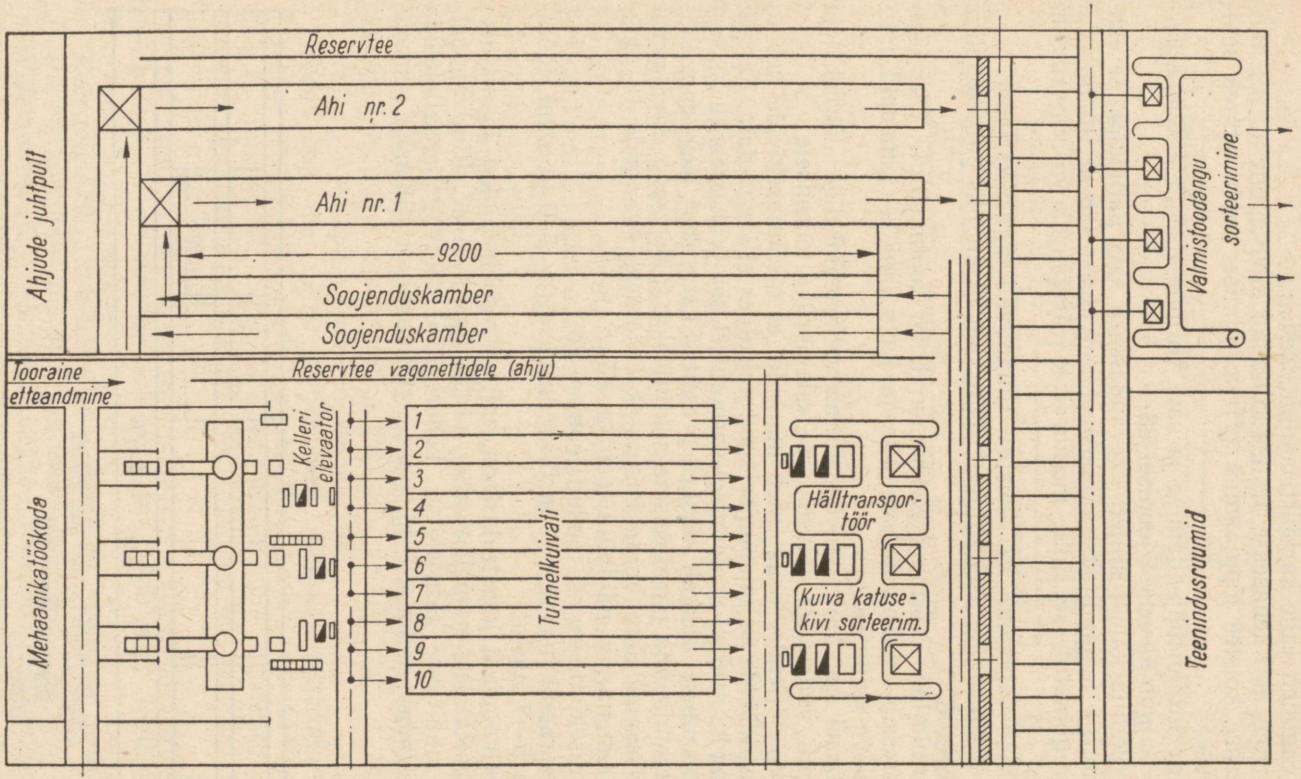


Joon. 82. Savi veoteede skeem karjääris.

1 — köistee laadimisjaam; *2* — köistee; *3* — täidetud vagonett; *4* — tühi vagonett; *5* — rööbastee; *6* — paljukopaline ekskavaator; *7* — karjääri esi.

Joon. 83. Savi veoteede skeem tehases.

1 — köistee lõppjaam; *2* — täisvagonett köisteel; *3* — tühi vagonett köisteel; *4* — savikuhila; *5* — paljukopaline ekskavaator; *7* — tühi vagonett rööbasteel; *8* — rööbastee.



Joon. 84. Tehase skemaatiline plaan.

vankrist ja asetatakse tagasi vagoneti alusvankrile. Seejärel lükatakse vagonett jälle karjääri laadimisteedele.

Köistee abil tehasesse transporditavad savivagonetid (*2*) tühjendatakse köistee lõppjaamas (*1*) vormimise tsehhi juures savikuhilasse.

Vagonettide tühjendamise ja savi vormimistsehhi andmise korraldus selgub skeemist joonisel 83.

Savikuhila kahelt küljelt kaevandatakse savi paljukopalise ekskavaatoriga ja laaditakse rööbasteel asuvatesse 0,8 m^3 mahutavusega vagonettidesse, mille mootorveok transpordib vormimistsehhi juurde.

Tühjad vagonetid (*3*) köisteel suunduvad tagasi karjääri.

Savi kaevandamisel kuhilast töötab tavaliselt üks paljukopaline ekskavaator.

Vormimine. Vormimistsehhis on kolm tootmisliini. Üks nendest pressib miako-vahelaeplokke ja kaks liini — lamedaid lintkatusekive «piibrisaba».

Tehasel on kavatsus üle minna vahelaeplokkide simpleks- ja lamedate, valtsidega katusekivide «steinbrük» tootmisele.

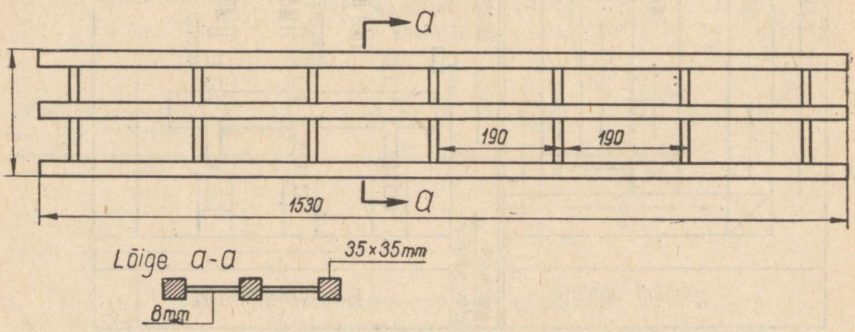
Savi töötlemise osas tuleb märkida, et nii katusekivide kui ka vahelaeplokkide valmistamisel savi pakkudes ei laagerdata. Samuti ei toimu katusekivi pressimisel-vormimisel savi vakumeerimist, sest vakumeerimisel hakkab värskelt pressitud katusekivi isegi enne kuivamist kihistuma paralleelseteks kihtideks (paksusega 2—3 mm).

Alusraami tüüp, mida kasutatakse katusekiviraamide ja plokkide alustena, on näidatud joonisel 85.

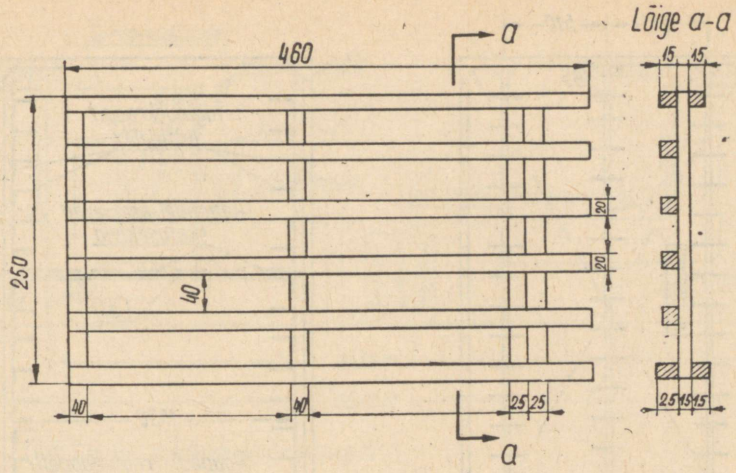
Katusekiviraam on toodud joonisel 86.

Ühe raami maksumus on 5 krooni, kaal — 540 grammi, töötamisiga 5—7 aastat.

Riiulvagoneti konstruktsioon, millele vahelaeplokid ja katusekivid asetatakse tunnelkuivatis, nähtub jooniselt 87. Riiulvagonettidele laaditakse katusekivid kelleri-tüüpi riiulvagonett-allalaskja abil. Ümberlaadimisel lükatakse riiulvagonett-allalaskja kuivati



Joon. 85. Alusraam-riiul.



Joon. 86. Katusekivi alusraam.

vagoneti sisse ja latid koos katusekividega lastakse alla toetuma kuivati vagoneti riiulitele (konsoolsetele nurkraudadele), milliseid kogu vagoneti kõrguses on 14. Äärmiste postide nurkrauad on keskmiste suhtes nihutatud (üldse on kolm posti — vt. joon. 87). Selline riiulite nihutamine kindlustab parema ja ühtlasema katusekivide kuivamise kuivati tunnelis, sundides soojuskandjat paremini ja täielikumalt kokku puutuma kuivatatava tootega.

Ühele kuivatusvagonetile mahub 210 katusekivi «piibrisaba» ja 84 plokki «miako».

Kuivatamine. Tehase tunnelkuivati koosneb 10 tunnelist; tunneli laius — 1760 mm, kõrgus — 3172 mm, üldpikkus — 80 m ja kasulik pikkus — 77 m.

Ühte tunnelisse mahub 48 vagonetti. Kuivati mahutavus on kas 100 800 katusekivi või 40 300 plokki.

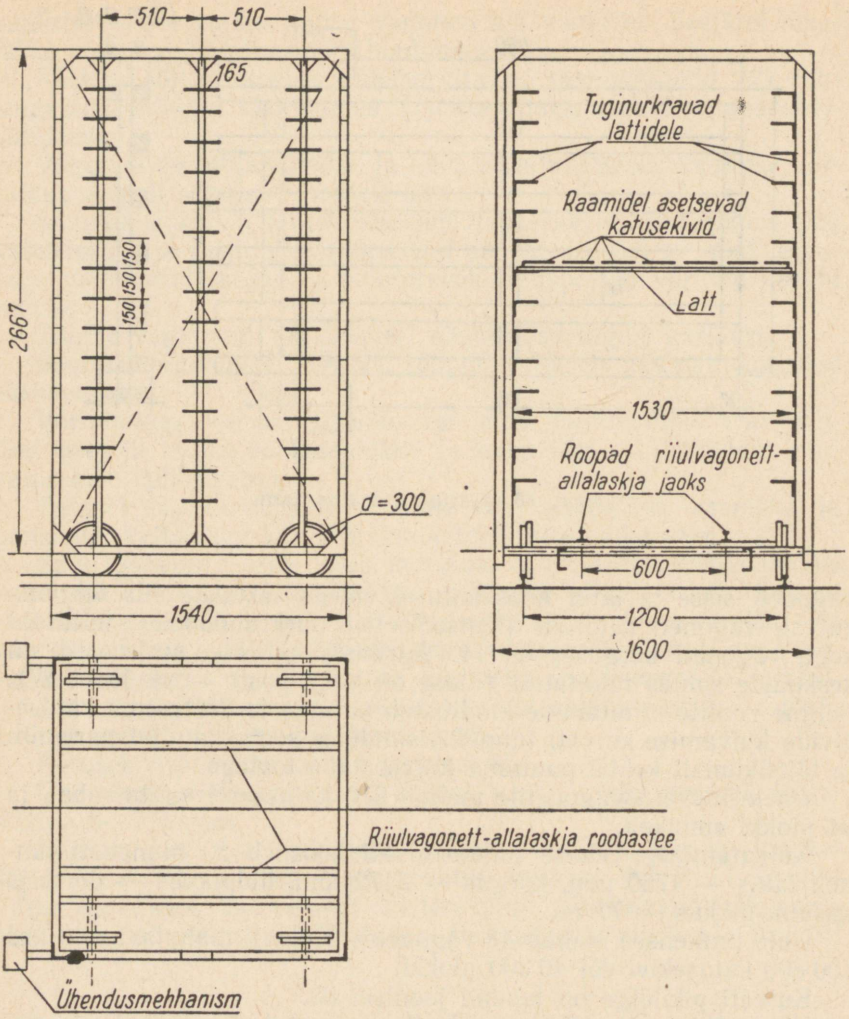
Kuivati pikilõige on toodud joonisel 88.

Külm õhk, mis läbib vertikaalselt asetatud aurukalorifeerid, imetakse ventilaatori poolt segamiskambrisse, kust ta suundub kuivati tunnelisse. Sooja õhu väljatõmbamine tunnelist toimub vastava väljatõmbeventilaatori abil (viimane on asetatud kuivati laadimiskambri kohale).

Igal tunnelil on kaks ventilaatorit — surve- ja väljatõmbeventilaator. Ventilaatorite läbimõõt on 1200 mm, tootlikkus — 8 m^3/sek. ja hõrendus — 30 mm vs.

Kuivamise aeg: katusekividel — 24 tundi, plokkidel — 36 tundi. Pärast kuivamist on plonni niiskus 7%.

Põletamine. Ahjuvagonetid, millele on laotud kuivatatud katusekiviplonnid, lükatakse esiteks eelsoojenduskambritesse, mis asuvad paralleelselt tunnelahjule (kambrite arv — 2).



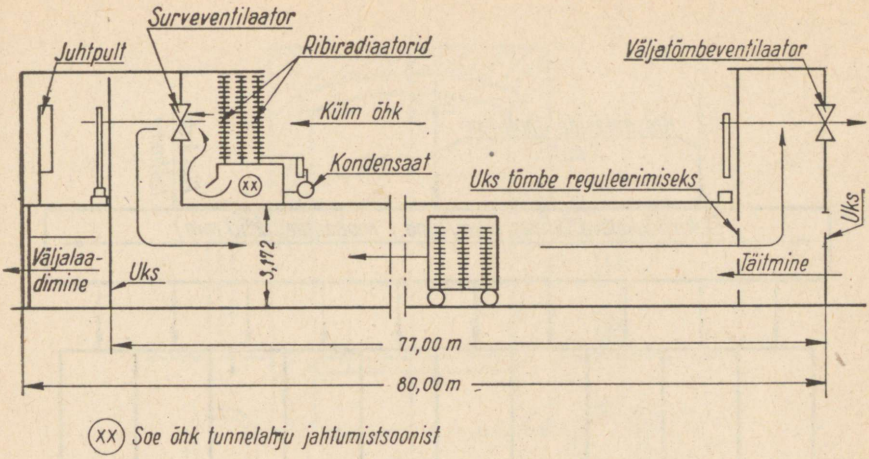
Joon. 87. Tunnelkuivati vagonett.

Eelsoojenduskambrites plonn mitte ainult ei säilita oma niiskust, mille juures ta kuivatist välja tuli, vaid teda soojendatakse kuni temperatuurini 50—60°.

Eelsoojenduskambreisse antakse soe õhk läbi rekuperaatorite tunnelahju soojendustsoonist ja tunnelkuivati segamiskambrist.

Kuivatite, ahjude ja eelsoojenduskambrite asendi skeem on näidatud joonisel 90.

Tehasel on 2 tunnelahju. Mõlema tunneli pikkus on 121,6 m, ahju laius — 1,90 m ja kõrgus rööpa peast kuni võlvi kannani — 2,345 m.



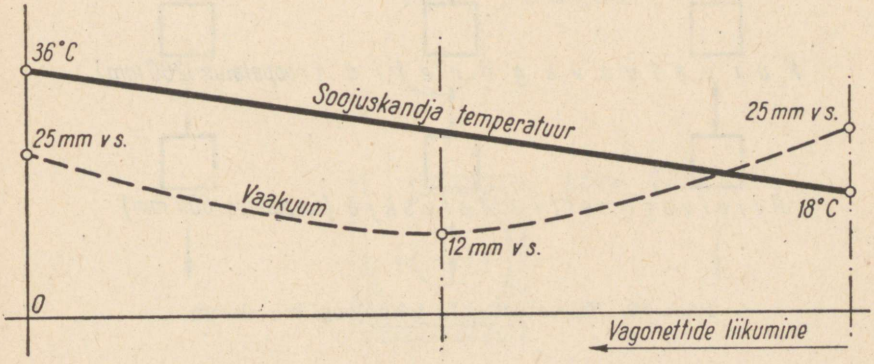
Joon. 88. Tunnelkuivati pikilõige.

Ahju mahub 60 vagonetti, sellest 24 soojendus-, 7 põletus- ja 29 jahtumistsoonis. Ühele vagonetile laotakse 248 plokki või 148 plokki koos 800 katusekiviga.

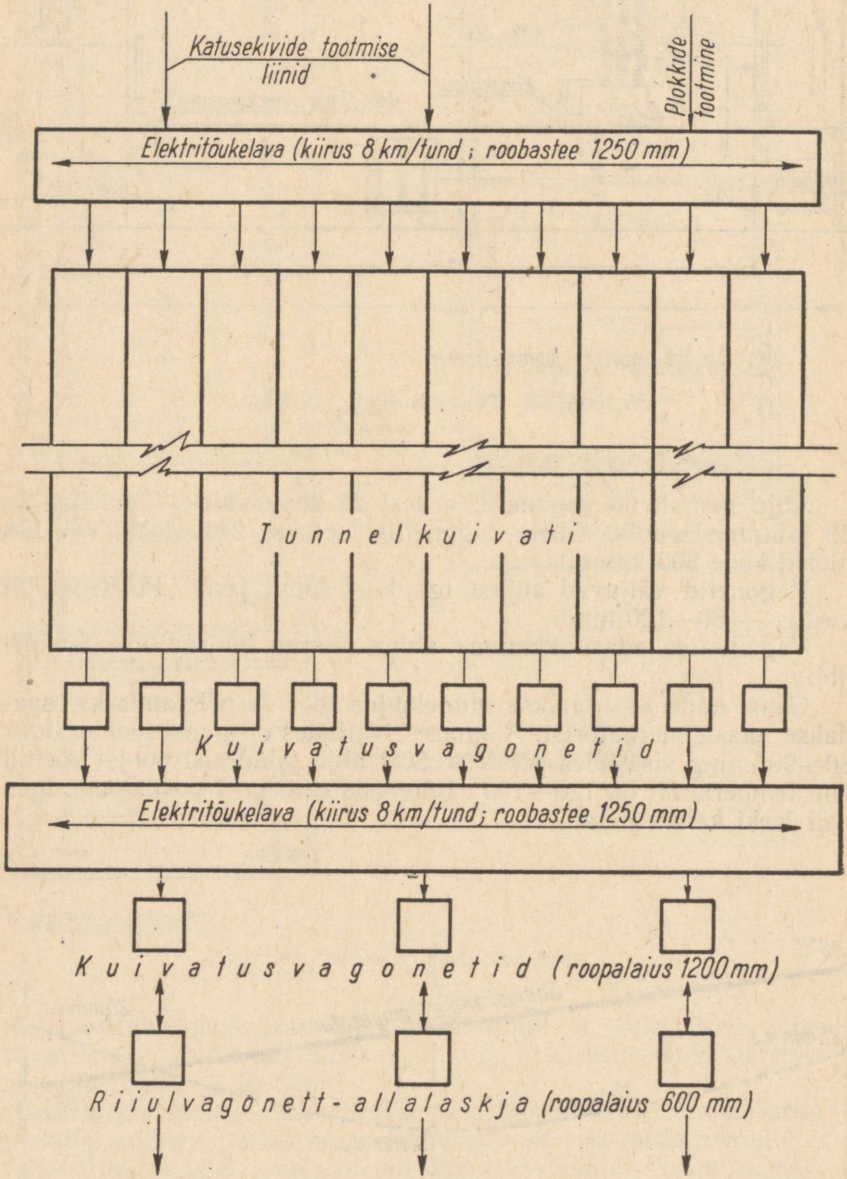
Vagonetid väljuvad ahjust iga 1—2 tunni järel. Põletustsükli kestus — 60—120 tundi.

Vagonettide edasilükkamine ahjus toimub hüdraulilise tõukuri abil.

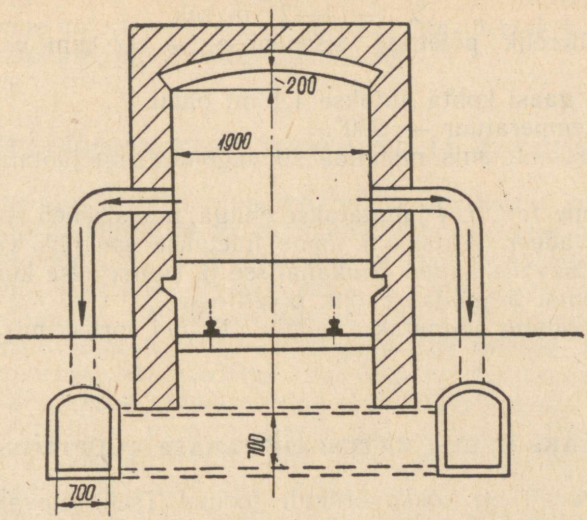
Gaas, mida kasutatakse tunnelahjus toodete põletamiseks, saadakse gaasigeneraatorist. Viimasest väljudes on gaasi temperatuur 80—90° ning sisenedes põletisse 50°; ahju jahtumistsoonist võetud õhu temperatuur on 120—150°. Põletustsoonis on 7 positsiooni, igas neli leeki kahelt poolt.



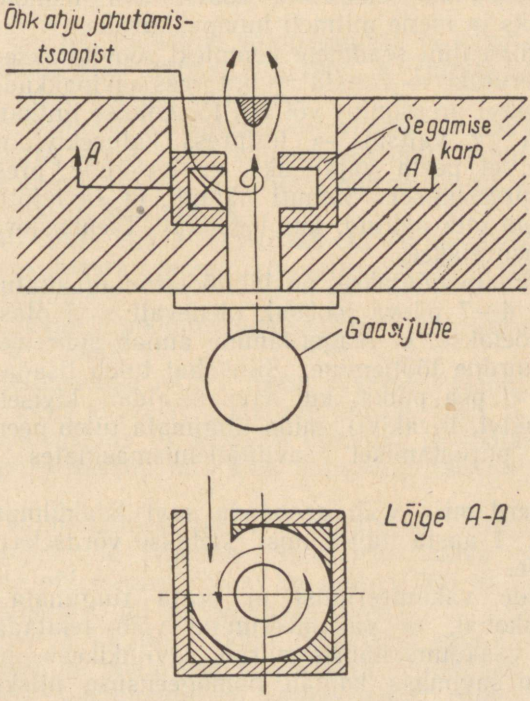
Joon. 89. Vaakuumi suurus ja soojuskandja temperatuur tunnelkuivatis.



Joon. 90. Kuivatustsehhi tehnoloogiline skeem.



Joon. 91. Tunnelahju põiklõige.



Joon. 92. Tunnelahju põleti.

Gaasi kiirus põleti ees — 8—12 m/sek.
Õhu „ „ „ — 1—2 m/sek.
Gaasi ülerõhk põletisse sisenemisel — 12 mm vs. ja õhul 2 mm vs.
Ühe m^3 gaasi kohta antakse 1,1 m^3 õhku.
Põletustemperatuur — 950°.
Jahtumistsoon, mis mahutab 29 vagonetti, on jaotatud 5 sektsiooni.
Sektsioone *1*, *2*, *3*, *4* jahutatakse õhuga, mis siseneb ahju seintes olevatest avadest; sektsiooni lõpus imetakse soe õhk ventilaatori abil väljumisavade kaudu õhukanalisse ja suunatakse kuivatisse.
Sektsioonist *5* juhitakse õhk põletitesse.
Valmistoodang suunatakse laoplatsile läbi sorteerimisjaama.

MILLINE PEAKS OLEMA KATUSEKIVITEHASE TÜÜPTEHNOLOOGIA?

Alljärgnevalt on kokkuvõtlikult toodud Tšehhoslovakkia spetsialistide seas valitsev seisukoht katusekivide tüüptehnoloogia kohta. Vaevalt saab olla selles küsimuses ühist arvamust ning raske on öelda isegi, et toodud seisukoht on enamuse seisukohaks. Siiski võib alltoodud seisukohta soovitatava tehnoloogia kohta pidada levinuks ja meile mitmeti huvipakkuvaks.

Tehnoloogilise liini seadmete komplekt soovitatakse valida järgmine: → kollerveski → valtsid → lintpress savipakkude tootmiseks → valtskatusekivi pressimine või kui toodetakse lintkatusekivi, siis: → kollerveski → valtsid → lintpress katusekivi vormimiseks. Nagu nähtub, ei peeta vajalikuks savipakkude pressimist lintkatusekivide pressimisel. Samuti nähtub, et savitöötlemise seadmeid on vähem ette nähtud, kui tegelikult Tšehhoslovakkia tehastes praegu kasutatakse.

Mida tingimata nõutakse, on läbitöötatud niisutatud savimassi laagerdamine 4—7 päeva jooksul, olenevalt savi plastilisusest ja tihedusest. Loetakse, et laagerdamine annab suuremat efekti kui massi mitmekordne töötlemine. Siinkohal tuleb lisada, et mainitu mingil juhul ei pea paika, kui savi sisaldab kiviseid lisandeid (näiteks lubjakivi, liivakivi), mida tingimata tuleb peenestada savi mitmekordsel purustamisel savitöötlemismasinates (kollerveski, valtsid).

Savi laagerdamise võib asendada savi läbikülmutamisega ja tuuldumisega. 1 aasta tuuldumist loetakse võrdseks 7-päevasele laagerdamisele.

Katusekivide vakumeerimist ei peeta tingimata vajalikuks. Ollakse seisukohal, et vakumeerimine võib tekitada ka suurt kahju, kuna vaakuumkambris aurab savitükikeste pinnalt vesi, mistõttu kogu savimass kaotab homogeensuse niiskusesisalduse mõttes.

Savimassi kuiva ettevalmistust, s. o. savi kuivatamine, jahvatus, segamine ja seejärel uuesti niisutamine, peetakse majanduslikust seisukohast õigustamata menetluseks.

III. TELLISPLOKKIDE TOOTMINE JA KASUTAMINE

Tšehhoslovakkia on tuntud maana, kus tellistest suurplokkide valmistamine ja massiline kasutamine ehitustegevuses hakkas eriti levima. On loomulik, et progressiivsete, industriaalsete ehitusviiside otsinguil võetakse arvesse maa majanduslikku arengut ja tehnilisi võimalusi. Tšehhoslovakkias oli ja on praegugi põhiliseks seinaehituse materjaliks savist põletatud tellised. Kogu maal on laialt arenenud tellisetööstus ning seepärast on arusaadav püüe rakendada kõigepealt olemasolevate tellisetehaste võimsusi industriaalseks, detailidest monteeritavate hoonete, eriti elamute ehitamiseks. Tellisploki all mõistetakse antud juhul tellistest laotud ja mördiga seotud suuremõõtelist müürituse osa, mille paigaldamiseks, arvesse võttes ploki suurt kaalu (kuni 1,8 tonni), peab kasutama tõsteseadmeid.

PLOKKIDE VALMISTAMISE TEHNOLOOGIA

Põhiliselt sai tellisplokkide valmistamine ja kasutamine alguse Tšehhoslovakkias Brno linnas, kus 1951. a. ehitati tellisplokkidest üles esimene 4-korruseline elumaja.

Kuigi selle esimese tellisplokkidest elamu tellisplokid laoti primitiivselt, käsitsi, saadi siiski küllaldaselt lähteandmeid tellisplokkide tootmise arendamiseks ja nende kasutamise majandusliku otstarbekuse kindlaksmääramiseks.

Otsustavalt aitas kaasa tellisplokk-ehitusviisi levikuks plokkide ladumise poolautomaatseadme konstrueerimine, valmistamine ja kasutamiselevõtmine.

Plokkide ladumise poolautomaatseadmete autoriteks on O. Gruc, V. Mareček, V. Čuhel.

Esimene tellisplokke tootev tehas, õigemini tsehh, ehitati Brno lähedal, Modržices asuva tellisetehase juurde. 1956. a. II poolel oli kogu Tšehhoslovakkias juba välja ehitatud ja töötasid 12 tellisplokkide tootmise tsehhi, mis kõik eranditult asuvad tellisetehaste juures.

Plokkide valmistamise tsehhid ehitatakse võimalikult tellisetehaste põletusahjude lähedale. Modržices asuva plokkidetsehhi kaugus telliste põletamise ahjust on umbes 200 m. Tsehhi väljaehitamiseks kasutati üht tellisetehase hoonet.

Joonistel 94 ja 95 on toodud Modržices asuva tellisplokkide tehase skemaatiline põhiplaan ja pikilõige, millel on ära näidatud kõik põhilised tehnoloogilised agregaadid enne ümberehitusi (1955. a.), mis võeti ette tootmistehnoloogia parandamiseks.



Joon. 93. Tellisplokkidest elamu Gottvaldovis.

1955. a. koostati Ehituste Industrialiseerimise Instituudi Brno osakonna poolt seniste, tootmisel saadud kogemuste põhjal uus tüüpprojekt tellisplokkide tootmiseks, millele vastavalt ehitati ümber ka Modržices asuv tellisplokkide tehas. 1956. a. I poolel töötas mainitud tehas juba põhiliselt uue skeemi kohaselt (vt. joon. 96). Tootmishoone pikkus on 80, laius — 12 ja kõrgus — 7 m.

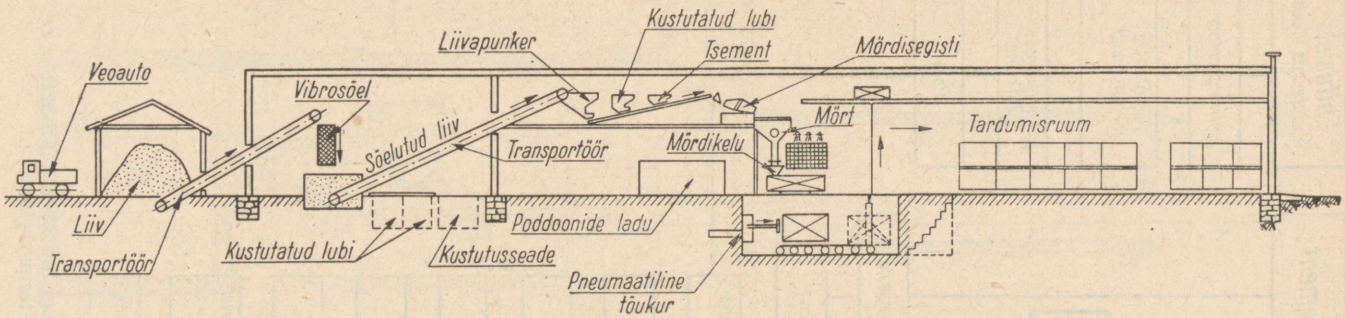
Tellisplokkide tootmise uus skeem erineb esialgsest tootmisskeemist põhiliselt järgmises: esiteks on loobutud tootmishoones sildkraanast kui tõste- ja transpordivahendist plokkide tõstmisel ja sisetranspordil.

Uue lahenduse kohaselt toimub plokkide tõstmine tootmishoones elektritõstukiga. Teiseks on plokkide valmistamise poolautomaatseade monteeritud kõrgemale, nii et valmis plokk jääks tootmishoone põrandast kõrgemale. Varem jäi plokk süvendisse, kust see tõsteti välja sildkraanaga.

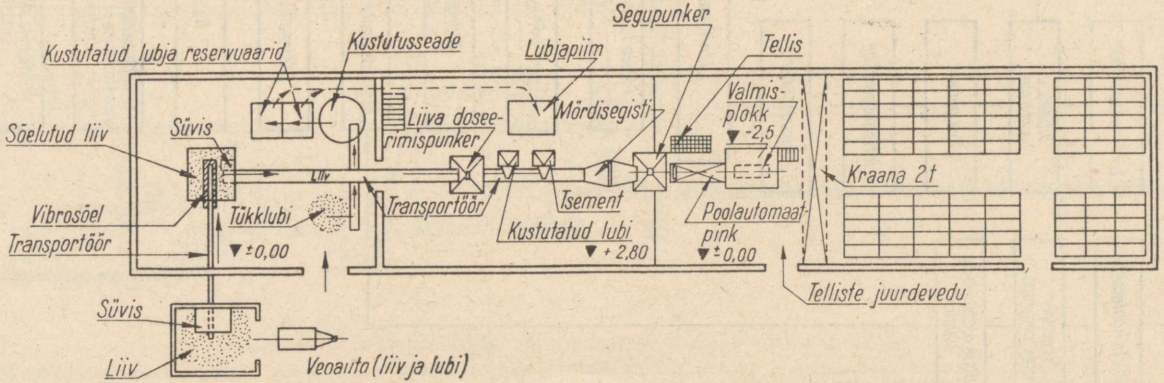
Kõige uuem ja soovitatud tellisplokkide tsehhi tüüplahendus on toodud joonisel 97.

Tellisplokkide valmistamise tehnoloogiline skeem, millele vastavalt tellisplokke valmistati Modržice tellisplokkide tehases 1956. aastal, on näidatud joonisel 96.

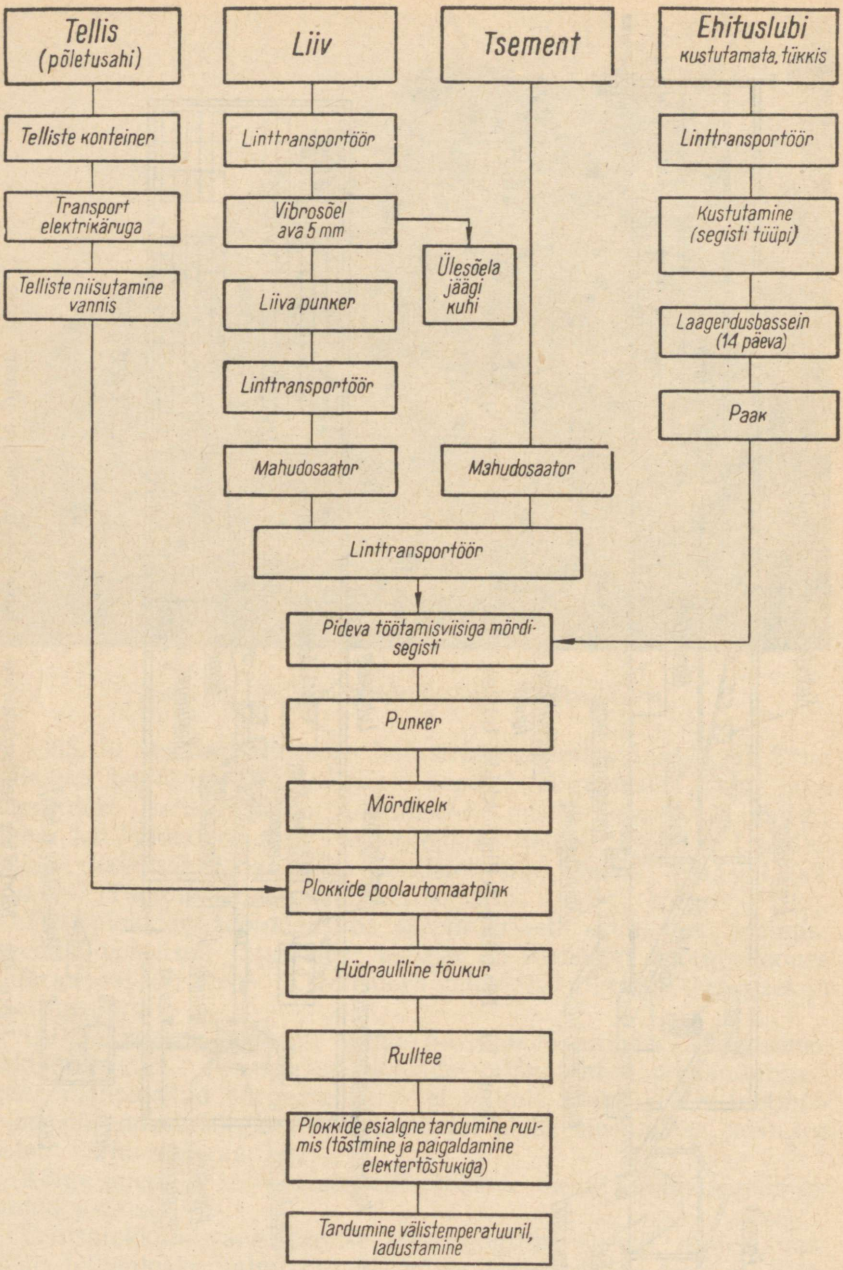
Tellisplokid valmistatakse normaaltellisest (290×140×6,5 cm) mark P 100 ja P 200 segamördil. Mördi valmistamiseks kasuta-



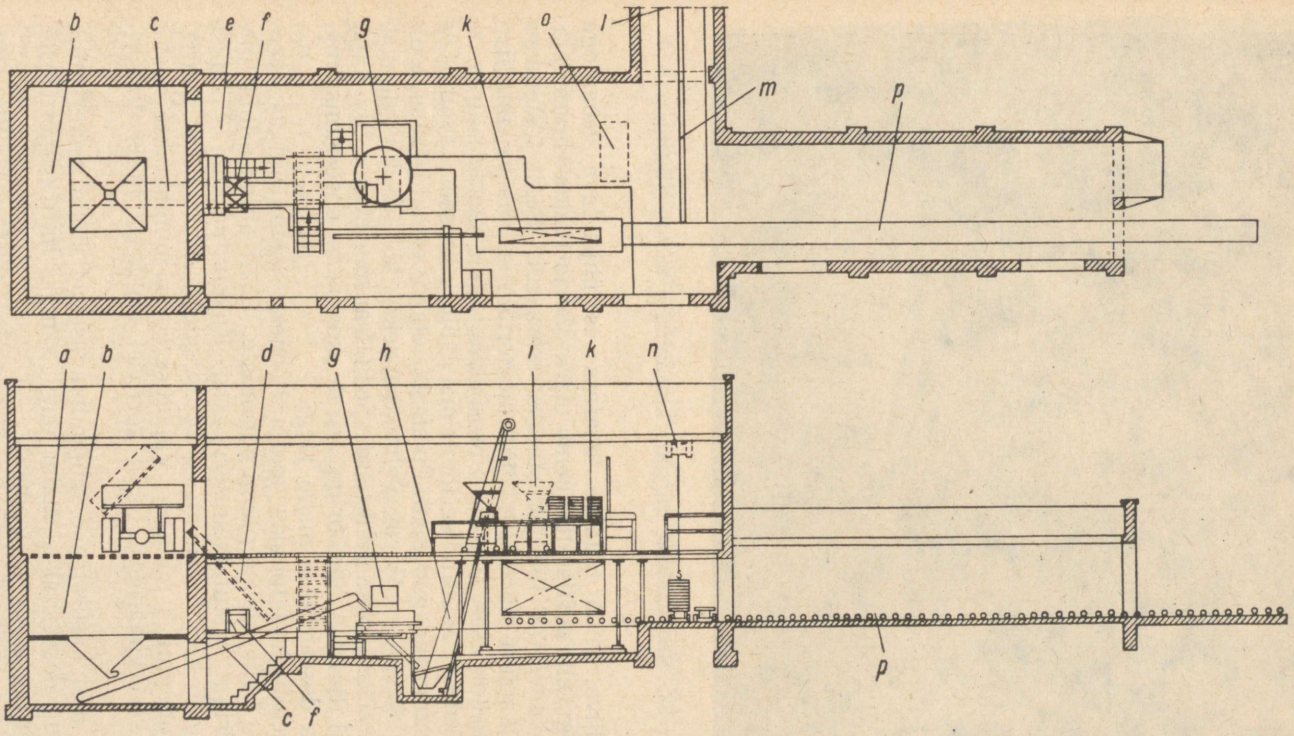
Joon. 94. Modržice tellisplokkide tehase lõige (1955. a.) enne ümberehitamist.



Joon. 95. Modržice tellisplokkide tehase skemaatiline plaan enne ümberehitamist (1955. a.).

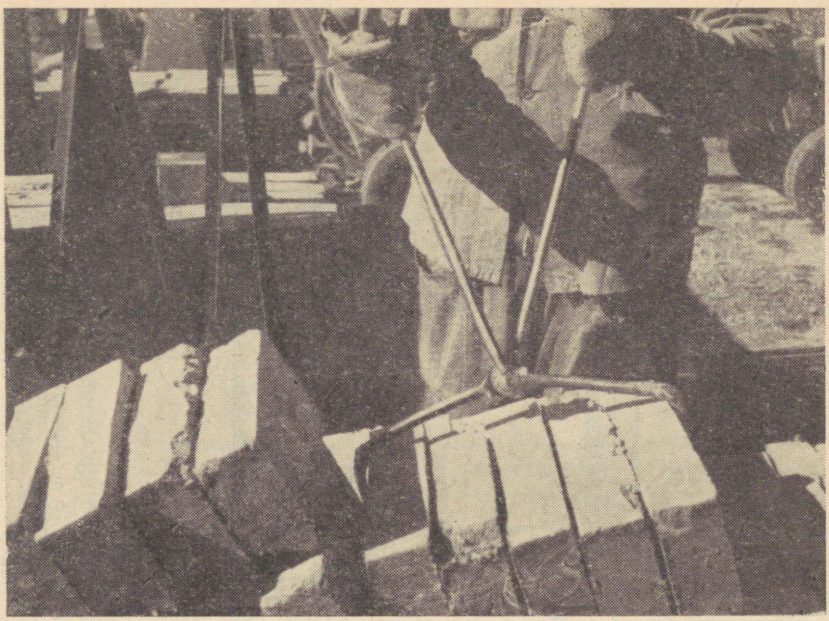


Joon. 96. Tellisplokkide valmistamise tehnoloogiline skeem Modržice tellisplokkide tehases pärast ümberehitamist (1956. a.).



Joon. 97. Tellisplokkide valmistamise tsehhi tüüplahendus:

a — liiva vastuvõtu punkripealne rest; *b* — liivapunker; *c* — linttransportöör; *d* — sideainete laadimise juhtrenn; *e* — sideainete ladu; *f* — seadeldised tsemendi ja lubja doseerimiseks; *g* — mördisegisti; *h* — mörditõstuk; *i* — mördipunker; *k* — poolautomaatpink; *l* — ühendustee tellistepõletustsehhiga; *m* — rööbasteed telliste transpordiks; *n* — seade telliste konteinerite tõstmiseks; *o* — veevann telliste niisutamiseks; *p* — rulltee tellisplokkide transpordiks.



Joon. 98. Spetsiaalsete tangide kasutamine telliste tõstmisel.

takse mäeliiva, mida tuuakse tehasesse isetühjendava veoautoga 15 km kauguselt, portlandtsementi mark 350 ja tükkis ehituslupja.

Tehasesse veetav liiv ladustatakse sara all. Sealt tõstetakse, õigemini lükatakse liiv käsitsi linttransportöörile, mis puistab liiva tootmise peakorpuses asuvale vibrosõelale. Sõela avade suurus on 5 mm. Mördiks kasutatakse liiva, mis läbib vibrosõela avad. Üle vibrosõela minevad jämedad liivafraktsioonid eemaldatakse tootmishoonest käruga. Mördi valmistamiseks kõlblik liiv langeb vibrosõela all asuvasse punkrisse. Sealt transporditakse liiv vajaduse korral linttransportööriga teisele korrusele doseerimispunkrisse. Liiva doseeritakse mahu järgi.

Tükkis ehituslubi tuuakse tootmishoonesse isetühjendava veoautoga ning kallutatakse ruumi põrandale. Sealt antakse lubi linttransportööriga kustutamisreservuaari. Kustutatud lubi lastakse valguda segisti kõrval asuvatesse reservuaaridesse (2 reservuaari), kus lubi laagerdub 2 nädalat. Vajaduse korral pumbatakse kustutatud lubi reservuaaridest teisel korrusel asuvasse lubja doseerimise paaki.

Külmal ajal kasutatakse lubjapiima asemel kustutamata lubja pulbrit, mida doseeritakse mahu järgi samale linttransportöörile, kuhu doseeritakse liiv ja tsement.

Lubjapiima erikaal mördisegistisse juhtimisel on umbes 1460 kg/m^3.



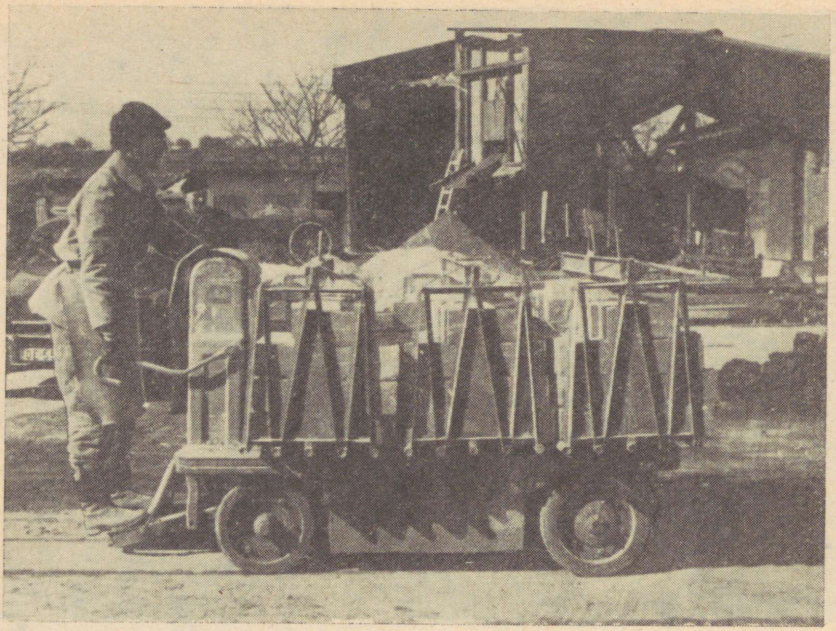
Joon. 99. Telliste ladumine elektrikärul asuvasse konteinerisse (Modržice).

Portlandtsement mark 350 tuuakse tehasesse kottides. Võib kasutada ka teisi tsemendimarke. Tsement doseeritakse mahuliselt linttransportööriga, mis puistab tsemendi segistisse.

Põletusahjust väljalaaditavad tellised laotakse ahju juures metallkonteineritele, mille konstruktsioon on näha jooniselt 87. Ühte konteinerisse mahub 140 tellist. Telliste konteinerisse laadimisel kasutatakse spetsiaalseid telliste tõstmise tange. Taolisi tõstetange kasutatakse Tšehhoslovakkias laialdaselt telliste laadimise, ümber- või mahalaadimise juures. Korraga mahub tangide vahele neli tellist (vt. joon. 98).

Elektriplatvormkärule või veokile laaditakse kolm konteinerit, s. o. kokku 420 tellist, ning transporditakse (vt. joon. 99) 200 m kaugusel asuvasse tellisplokkide valmistamise tsehhi. Ühendustee põletusahju ja plokitsehhi on betoneeritud.

Elektriplatvormkärul tootmisruumi transporditud, tellistega täidetud konteinerid tõstetakse veokilt maha elektritelferiga ning paigutatakse veevanni. Telliste niisutamine on vajalik, sest vastasel korral imevad tellised mördist vee välja, mis vähendab mördi sidumistugevust tellistega. Sama telferit kasutatakse telliste tõstmiseks rullteele, mille ülesandeks on telliseid pidevalt ette anda plokki laduvatele töölistele.



Joon. 100. Telliste transport elektrikäruga põletustsehhist tellisplokkide valmistamise tsehhi (Modržice).

See rulltee, mille pikkus on 2,1 ja laius 1,8 m, on paigutatud tsehhi hoone 2. korrusele, ühele kõrgusele ploki valmistamise poolautomaatpingi ladumise ava ülemise servaga. Rulltee omab kallaku pingi ladumisava suunas ning tellised, mis asetatakse rullteele, veerevad oma raskuse mõjul kuni ladumisavani. Töölised, kes laovad telliseid plokki, võtavad tellised rullteelt üle ladumisava — ladumisava on ladujate ja rulltee vahel (vt. põhiplaan joonisel 97). Seega on rulltee tegelikult telliste poolautomaatne etteandja, mis suurendab tööjõudlust tellisplokkide ladumisel.

Rullteele asetatakse tellised koos konteineriga, pärast nende kastmist veevanni. Tellised vabastatakse konteinerist rullteel. Telferit teenindab üks tööline, kes tõstab konteinerid elektrikärult ära, paigutab tellised veevanni ja tõstab sealt välja ning vabastab tellised konteinerist.

Rulltee on varustatud piduriga. Kui ladujad soovivad järgmise telliserea etteandmist ladumisava juurde, vabastavad nad piduri ja telliserida veereb mööda rullteed kuni ava ääreni.

Tehases kasutatava konteineri konstruktsioon ja telliste ladumisviis konteinerisse on kohandatud telliste etteandmiseks poolautomaatpingile ülalkirjeldatud rullteega. Selliselt korraldatud telliste ladumise, transpordi ja etteandmise juures puudutab inimkäsi

tellist kaks korda. Esimene kord tellise väljalaadimisel ahjust ja teine kord plokki ladumisel.

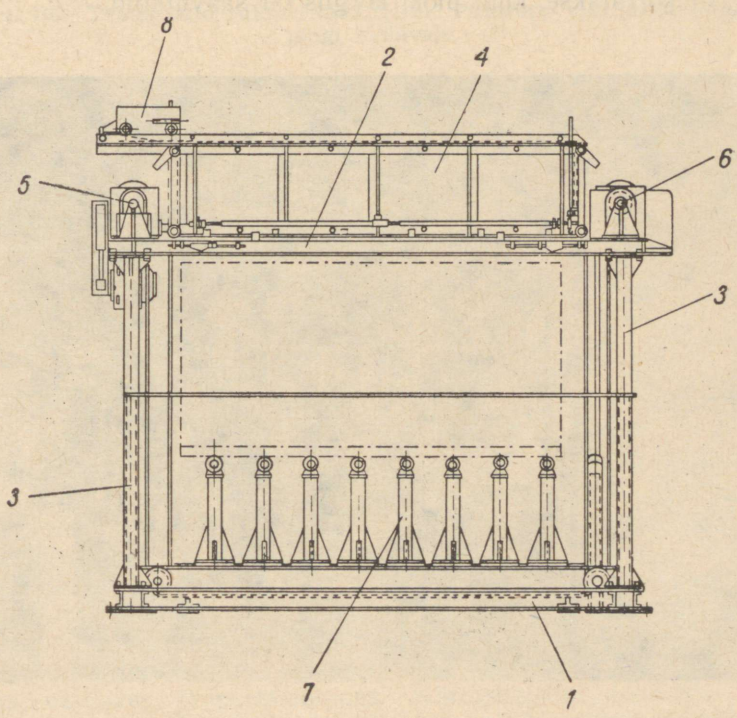
Algul valmistati plokke Tšehhoslovakkias kas puitvormides või tentseri raamides. Mõlemal juhul kanti ehitusel kasutusel olevad telliste ladumise tehnoloogia ja töövõtted üle tööstusse neid põhiliselt muutmata, mistõttu tööjõudluse kasvu, võrreldes senise müüriladumise tööjõudlusega ei saavutatud.

O. Gruci, V. Marečeki ja V. Čuheli poolt konstrueeritud telliste ladumise poolautomaatpingi kasutuselevõtmine tõstis tööviljakust plokkide ladumisel, võrreldes tentseri raamiga, üle 165%.

Pink koosneb (vt. joon. 101) alumisest raamist *1* ja ülemisest raamist *2*, mis on omavahel ühendatud sammastega *3*. Sellele raamidest ja sammastest koosnevale kandekonstruktsioonile on monteeritud pingi põhilised osad: raamkonduktor *4*, tõstemehhanism *5* ja allalaskemehhanism *6*.

Ülemise ja alumise raami vahel asetseb tõstetav ja allalastav rulltee *7*, mis ripub neljal trossil, mille abil toimub ühtlasi rullitee tõstmine ja allalaskmine.

Raamkonduktor *4* koosneb kahest vertikaalsest külgseinast ja kahest vertikaalsest otsseinast ning nende vahele asetatavatest



Joon. 101. Telliste ladumise poolautomaatpink.

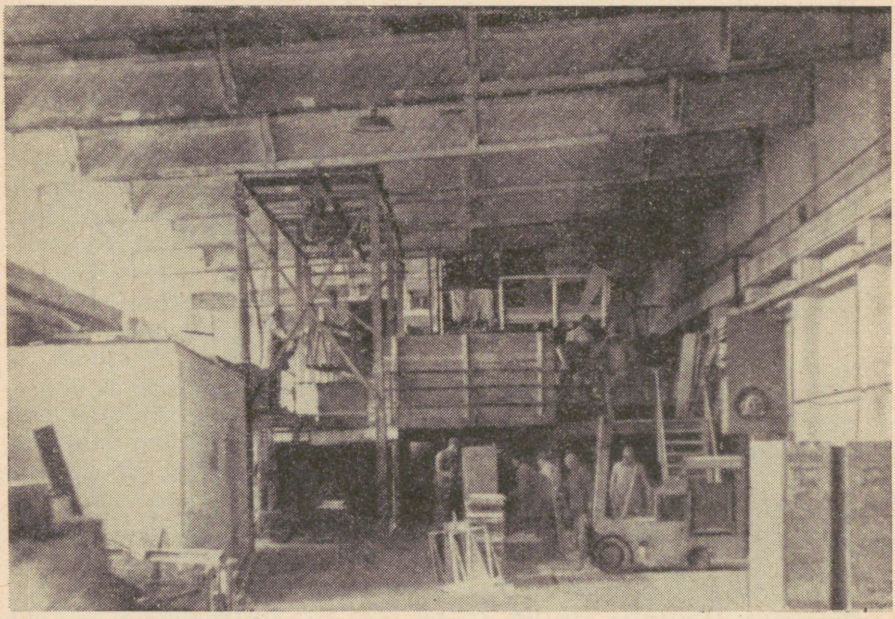
vaheplaatidest. Külgseinte vahekaugus määrab valmistatava ploki laiuse ja vaheplaatide kaugus ploki pikkuse.

Pingi raamkonduktori kohal asub mördikelk *8*.

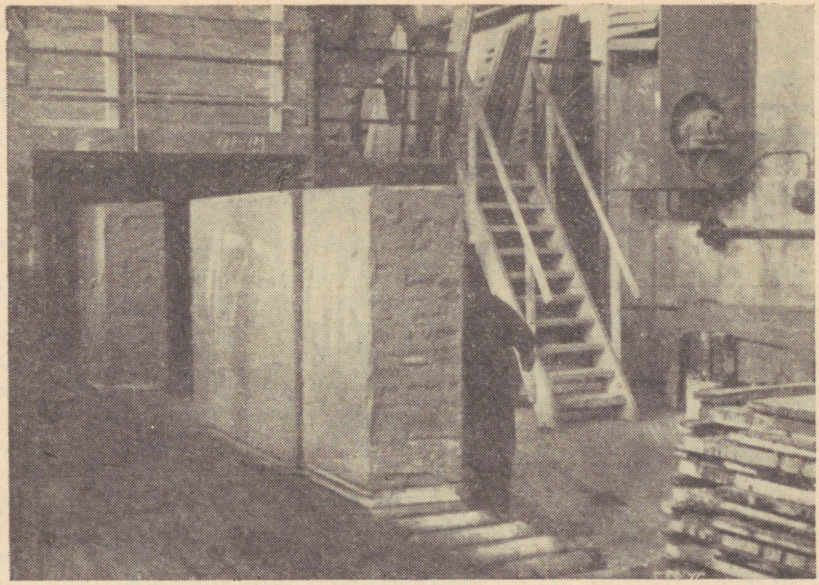
Töö käik tellisplokkide ladumisel on järgmine. Vajutades käivitusnupule lülitatakse sisse elektrimootor, mis tõstab rulltee *7* kõige ülemisse asendisse. Rulltee *7* raamkonduktori *4* vertikaalseinte vahele asetatakse ploki puidust alusplaat (poddoon). Siis laotakse poddoonile esimene kiht telliseid. Lüliti nupule vajutamisel käivitub elektrimootor, mis laseb rulltee *7* koos sellele asetatud poddooniga niivõrd alla, et viimasele lastud esimese kihi pealmine pind jääb konduktori ülemisest servast kihi paksuse võrra allapoole. Seejärel lükatakse mördiga täidetud mördikelk *8* töölise poolt üks kord edasi-tagasi piki üle ploki, ja kelgu alumises osas asuvast pilust väljuv mört täidab telliste-vahelised vertikaalvuugid, raamkonduktori *4* seinte ja telliste vahelise vuugi, moodustades ühtlasi telliskihipealse horisontaalvuugi.

Järgnevalt vajutatakse käivitusnupule ning rulltee laskub koos poddooni ja telliste esimese kihiga 15 mm võrra allapoole. Selles asendis laotakse mördikihile uus järgmine rida telliseid.

Siis lastakse rulltee koos poddooniga niipalju (65 mm) allapoole, et mördikelgust *8* võib teisele telliste kihile peale lasta mördikihi. Nii korratakse, kuni ploki kõrgus on saavutatud.



Joon. 102. Modržice tellisplokkide valmistamise tsehhi seestvaade 1956. a. pärast ümberehitamist.



Joon. 103. Tellisplokid rullteel (Modržice). Puutrepp viib poolautomaatpingi töölavale.

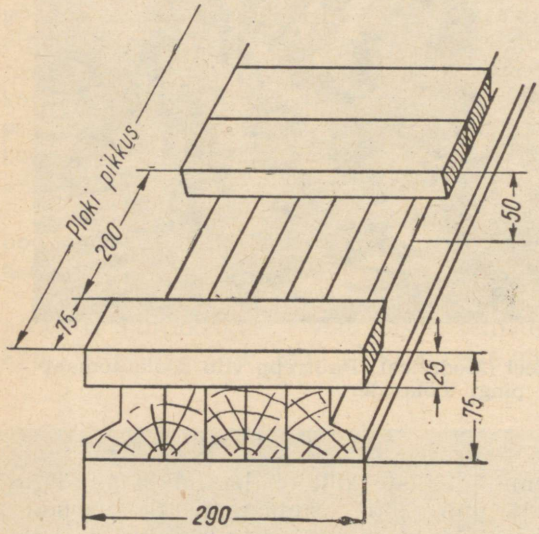
Kui ploki viimane, ülemine telliste kiht on laotud ja mördiga kaetud, asetatakse sellele järgmise ploki valmistamiseks uus poddoon. Viimasele laotakse telliseid edasi, kuni alumine plokk laskub oma alumisse asendisse, siis lükatakse alumine plokk automaatselt rullteelt *7* poolautomaatpingi sammaste *3* vahelt välja rullteele, kusjuures ülemine, pooleli laotud plokk oma poddoonil toestatakse alt spetsiaalsete, automaatselt töölerakendatavate toetusdetailide poolt.

Lüliti nupule vajutamisel tõuseb rulltee *7* kuni toestatud ploki poddoonini ning tõstab selle 10 mm võrra kõrgemale. Seejuures vabastavad toetusosad poddooni ja pooleli laotud plokk toetub uuesti rullteele. Ploki ladumine võib jätkuda.

Plokkide valmistamiseks vajalikud poolikud tellised asuvad virnas plokke laduvate tööliste taga. Telliste poolitamiseks kasutatakse vastavat pinki, mis on üles monteeritud ladumise poolautomaatpingi juurde.

Plokkide sidumiseks kasutatava mördi valmistamisel, nagu juba eespool mainitud, doseeritakse liiv, tsement ja lubi mahuliselt. Dosaatoreist valgub liiv ja tsement linttransportöörile, mis puistab need pideva tegevusega mördisegistisse, kuhu lisatakse ka lubjapiima vajalikes proportsioonides. Mördisegistist juhitakse mört spetsiaalsesse punkrisse, kust toidetakse vajaduse järgi mördikelku. Mördi punkri sulgemiseks kasutatakse kuulsulgurit.

Mördi plastilisust määratakse 1 kord tunnis ja tugevust igakordsel osaainete vahekorra muutmisel või uute osaainete kasutuselevõtmisel. Kasutatava mördi mark sõltub ploki tüübist ja plokile ettenähtud koormusest. Näiteks 300 mm paksusega plokkide valmistamisel, mis on määratud siseseinte jaoks ja mis tavaliselt ei võta koormuste kandmisest osa, on ette nähtud kasutada mörti mark 25. Kui neis plokkides on aga ventilatsioonikanalid, siis — mark 50.



Joon. 104. Puitpoddoon.

Kandvate plokkide valmistamisel on nõutav mört mark 100.

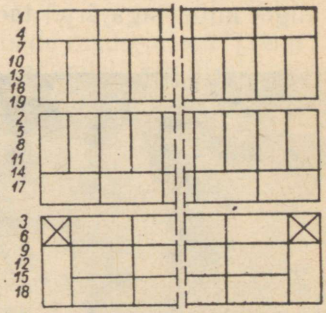
Mördi mark määratakse proovikuubikutega, mille mõõted on 70×70×70 mm.

Orienteeruv osaainete vahekord mördi mark 50 saamiseks, kui kasutada portlandtsementi mark 350, on mahuliselt 1,5:1:4,5 (tsement, lubi, liiv). Mördi töökonsistents on 12° koonustihedusmõõtja järgi.

Plokkide alus, mis valmistatakse puidust, on näidatud joonisel 104. Poddoonide konstruktsioon võimaldab plokke rullteelt ära võtta ja ümber asetada elektritõstukiga. Rullteelt ploki äratõstmisel asetab elektritõstuk oma tõstekäpad poddooni alla, rulltee rullide vahele. Elektritõstuki käpad on ka horisontaalsuunas nihutatavad. Esialgne ploki tardumine tardumisruumis toimub poddoonil. Ploki transportimisel tardumisruumist lattu tõstetakse plokk poddoonilt elektritõstukiga. Ploki tõstmisel juhitakse tõstuki käpad poddoonis olevatesse avadesse. Avade vahekaugus võrdub tõstuki käppade vahelise kaugusega ja põiklõike suurus — 5×20 cm.

Tellised laotakse kahe töölise poolt, kes seisavad poolautomaatpingi raamkonduktori *4* ladumisava ees kõrvuti. Ladumise kõrgus on valitud töölistele kõige sobivam, s. o. 75 cm kõrgusel tööpõrandast. See, et telliste ladumine toimub alati ühel kohal, töölistele sobival kõrgusel ja et tööline võtab tellised eest ilma ennast pööramata, on üheks taolise ladumismenetluse kõrge tootlikkuse põhjuseks. Ühe tellisekihi paigaldamiseks kulub 10—12 sekundit. Kahe töölise poolt laotakse ühes vahetuses, s. o. 8 tunniga, kirjeldatud poolautomaatpingil kuni 40—50 m^3 plokke.

Väljumisel raamkonduktorist *4* on ploki välispindadel ühtlasi krohvi alumine kiht. Kuna aga mördikiht ei kata kogu pinda ühtlaselt, siis tasandatakse statsionaarselt rullteel (enne ploki äratõstmist) ploki krohvikiht käsitsi spetsiaalse töölise poolt, kes kasutab kellut krohvi pealeviskamiseks ja krohvilauda ning -latti tasandamiseks. Pärast tasandamist tõmmatakse krohvikiht karedaks, et hiljem krohvi viimistluskiht hästi neoks aluskihiga. Krohvi aluskihi paksus on 0,5 cm. Vertikaalvuukide paksus on 1,0 cm, horisontaalvuukide paksus — 0,9 cm. Plokkide põhiline ladumisviis on näidatud joonisel 105. Nagu nähtub jooniselt, kasutatakse kolmekihilist ladumissüsteemi, mille järgi laotakse peamiselt täistellistest ja vähesel hulgal ka poolikutest tellistest.



Joon. 105. Telliste ladu plokis.

Tardumisruumis tarduvad plokid 2—3 päeva, välistingimustes aga 8—11 päeva.

Tardumisruumis kui ka välislaos laotakse plokid üksteise peale kahes kihis. Et tõstmisel elektritõstuki käpad saaksid plokke haarata, asetatakse plokkide alla, samuti ka plokkide üksteise peale asetamisel plokkide vahele, distantsprussid.

Plokid transporditakse tarbijaile veoautodel ja peamiselt nende järelvankritel või kummiratastega kiirekäiguliste traktorite järelvankritel, mille kandejõud on 15 tonni.

Plokkide põhimõõted:
pikkus — 0,73; 0,88; 1,03; 1,1; 1,33; 1,48; 1,63; 1,78; 1,93; 2,08 m (vahed 15 cm);
kõrgus — 73,5; 81,0; 88,5; 103,5; 118,3; 126,0; 141,0; 148,5 cm;
paksus — 0,30 ja 0,45 m;
ploki kaal — 0,7—1,8 tonni.

Ploki suurim tahkpind, s. o. pind, mida ta seinas katab, on 1,8 m^2.

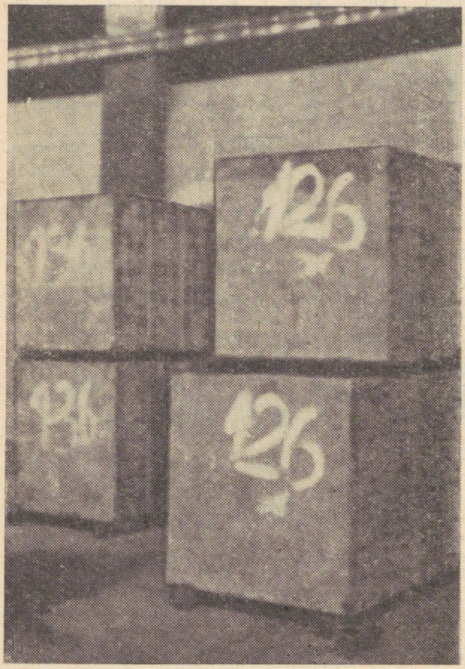
Selliste mõõdete puhul ei ole vajadust plokke armeerida. Samuti on ploki kaal vastuvõetav kasutatavatele tõsteseadmetele, nii elektritõstukitele kui ka montaažkraanadele ehitusobjektil.

Ühe pingi tootlikkus ühes vahetuses — 30 (maksimum 50) m^3; kuus — 1200 m^3 ja aastas — 14 400 m^3. Töötajate arv vahetuses — 8 (10) inimest, tehniline personal — 1 meister. Praak — 0,5%. Tsehhi pind — 72×12=884 m^2. 50% sellest pinnast kasutatakse plokkide tardumiseks (arvesse võttes läbikäike). Seega toodetakse aastas ühes vahetuses ühelt m^2 tootmispinnalt 33 m^3 plokke.

Omahind plokil — 170 tšehhi krooni m^3 (kusjuures väljalaskehind on 185 krooni m^3). Telliste maksumus 233,2 krooni 1000 tükki.

Eesti NSV-s kasutatakse savitellisest müürituse ladumisel laial-

daselt õõntega, nn. efektiivtellist, mis meie klimaatilistes tingimustes annab juba 1,5 kivi paksuse (40 cm) seinana küllaldase soojapidavusega välisseina. Täistellisest oleks võrdse soojapidavusega seina paksus 2 kivi ehk 51 cm. Aseri tellisetehases ja Tallinna Ehituskeraamikatehases, kus plokkide ladumisel kasutati Tšehhoslovakkia poolautomaatpingile konstruktsiooni poolest sarnaseid pinke (tüüp DP-18 ja DP-19), saadud kogemused näitavad, et efektiivtellise õõned (pilutaoliste õõnte laius 1,5 cm) täituvad mördiga, mille tagajärjel taolise tellismüürituse soojapidavus väheneb. Kui õõntesse valgumise vältimiseks vähendada mördi plastilisust, ei valgu mört ühtlasi ka ploki vertikaalvuukidesse. Vertikaalvuukide korralik täitmine on aga tellisplokkide tugevuse ja transpordikindluse tagamise seisukohalt väga tähtis. Samuti ei moodusta väheplastiline mört ploki valmistamisel poolautomaatpingis krohvialust kihti.



Joon. 106. Tellisplokkide välisladu (Modržice).

Samasuguseid kogemusi plokkide valmistamisel efektiivtellistest on saadud Tšehhoslovakkias. Esialgselt kasutatud õõntega tellised (näiteks ümarate, umbes 1,7 cm läbimõõdus õõntega) on enamasti asendatud täistellistega, kuna õõntega telliste kasutamine põhjustas asjatult mördi ülekulu. Arvesse võttes Tšehhoslovakkia pehmet kliimat ja telliste suuremaid mõõteid, osutub seal juba 1,5 kivi, s. o. 45 cm paksune sein soojapidavuse poolest vastuvõetavaks, kuid Eesti NSV klimaatilistes tingimustes on 1,5 kivi, s. o. 40 cm paksune sein ilma soojusisolatsioonita külm.

Tšehhoslovakkia tellisplokkide tootjad on arvamisel, et kui vähendada tellise õõne laiust kuni 0,8 cm-le ja anda õõnele ruudukujuline põiklõige, nagu see on meil tuntud 105-augulisel kärgtellisel, võib säilitada efektiivtellise efektiivsuse ka tellisplokis ilma poolautomaatpingi konstruktsiooni ja töötamisviisi põhiliselt muutmata.

NSV Liidus kehtivad ehitustööde teostamise tingimused nõuavad tellisplokkide valmistamist ja väljalaskmist viimistluskihiga.

Nagu eespool juba märgitud, valmistatakse Tšehhoslovakkias plokid ainult krohvi aluskihiga. Tšehhoslovakkias kasutatav poolautomaatpink viimistluskihti ei anna ja sealsed tehnilised tingimused seda ka ei nõua. Viimistluskiht tuleks mainitud pinki kasutades teha hiljem käsitsi.

Järgnevalt kirjeldatakse tellisplokkide kasutamist ehitustel ja elamute neid konstruktiivseid lahendusi, mis on tingitud tellisplokkide kasutuselevõtmisest ja mida tegelikult Tšehhoslovakkias ka rakendatakse.

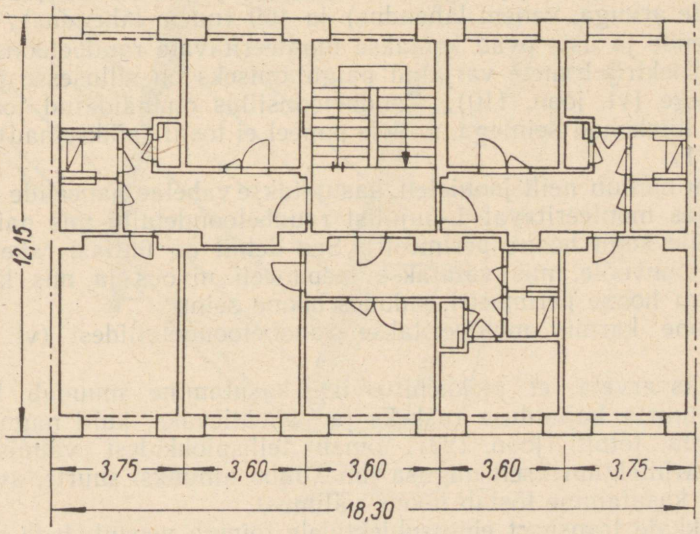
Elamuehituse industriaalsete teostusviiside otsinguil on Tšehhoslovakkias leidnud kasutamist ja väljaarendamist põhiliselt neli järgmist industriaalset ehitusviisi: tellisplokk-ehitusviis, tellisplokk-ehitusviis kandva sisesõrestikuga, suurpaneel-ehitusviis ja sõrestik-paneelehitusviis.

TELLISPLOKK-EHITUSVIIS

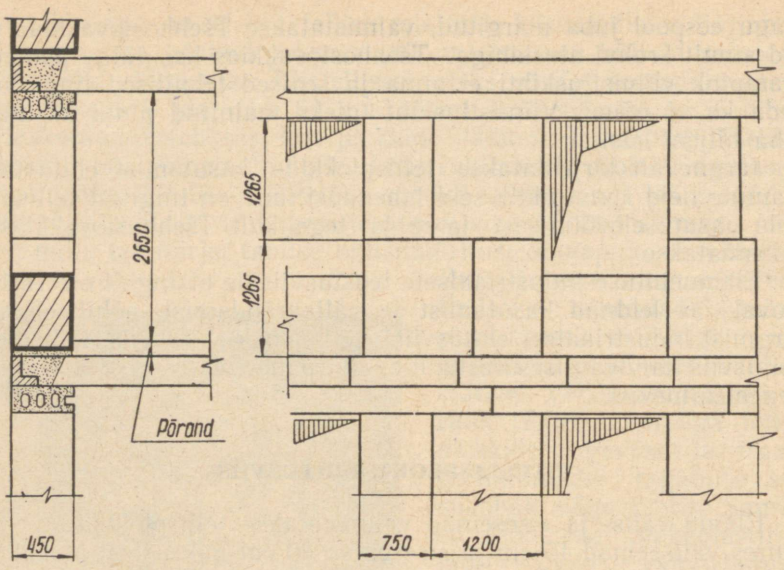
Elamu välis- ja siseseinad valmistatakse tellisplokkidest. Seejuures välisseinad 45 cm ja siseseinad 30 cm paksustest plokkidest. Vahelaed valmistatakse suurepinnalistest raudbetoonist, ümarate õõntega varustatud paneelidest.

Joonisel 107 on näidatud tellisplokkidest valmistatud elamu tüüpiline sektsioon. Nagu nähtub sellelt jooniselt, kantakse vahelagede koormus üle välisseintele ja pikisuunalisele kandvale siseseinale.

Elamu välissein krohvitakse pärast plokkide kohalemonteerimist.



Joon. 107. Tellisplokkidest elamu sektsiooni põhiplaan.



Joon. 108. Välisseina jaotus plokkideks.

Üldse vajatakse elamu püstitamiseks 40 tüüpi välis- ja siseseinte plokki. Kerged vaheseinad ja hoone muud erilahendused, nagu kaupluste vaateakende ja uste avad, laotakse tellistest.

Välisseina jaotus plokkideks on toodud joonistel 108 (suurema plokkide arvuga, vanem lahendus) ja 109 (uuem lahendus).

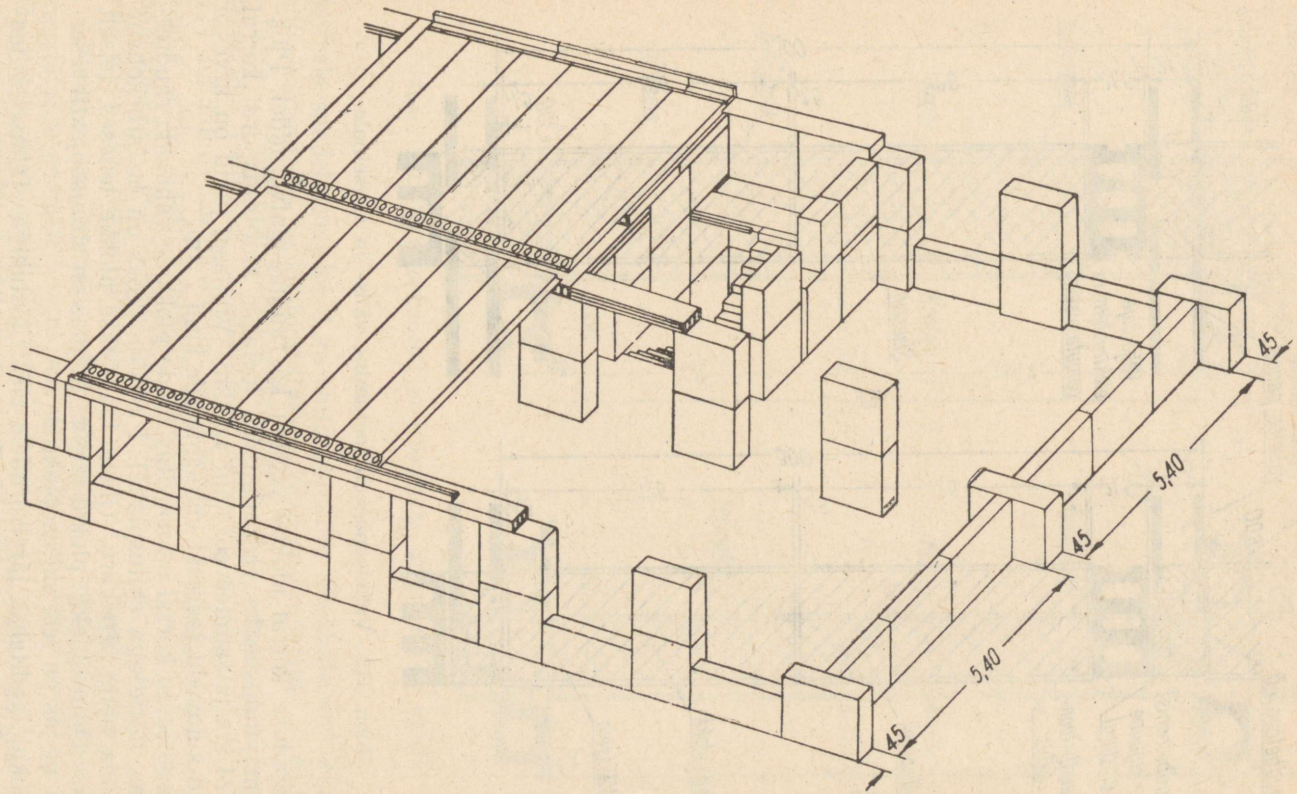
Akende ja uste avad kaetakse monteeritavate raudbetoonsillustega. Elektrijuhtmete varjatud paigutamiseks on sillusesse jäetud väljalõige (vt. joon. 110). Raudbetoonsillus on näidatud joonisel 110 ja liitekohad seintega, millele paneel ei toetu (põikseinad), joonisel 111.

Nagu nähtub neilt joonistelt, kasutatakse vahelae paneelide ühenduskohas monteeritavat L-kujulist raudbetoondetaili, mis paigutatakse üle kogu hoone perimeetri. See detail on ühtlasi raketiseks raudbetoonvööle, mis valatakse laepaneeli nivoos ja mis kulgeb üle kogu hoone perimeetri, sidudes hoone seinu.

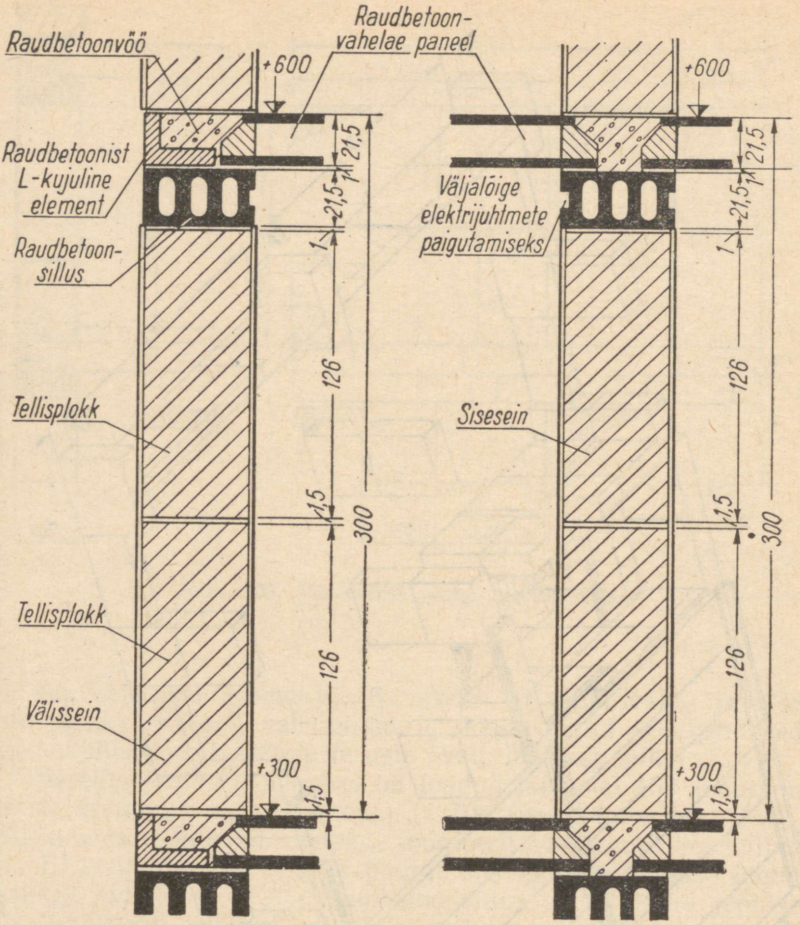
Hoone karniis monteeritakse raudbetoondetailidest (vt. joon. 112).

Võiks arvata, et plokkehitusviisi kasutamine muudab hoone arhitektuurse kujunduse raskeks ja väheütlevaks, kuid nagu võib veenduda fotolt (joon. 123), omab tellisplokkidest valmistatud elamu arhitektuuriliselt nägusa ilme. Juba ainuüksi suurte, avarate akende kasutamine tõstab hoone välimust.

Plokkide transport ehitusobjektidele toimub veoautodega veetavate kuni 15-tonnise kandejõuga järelkärudel. Muidugi on võima-



Joon. 109. Ehituselementide paigutus tellisplokk-ehitusviisi juures.

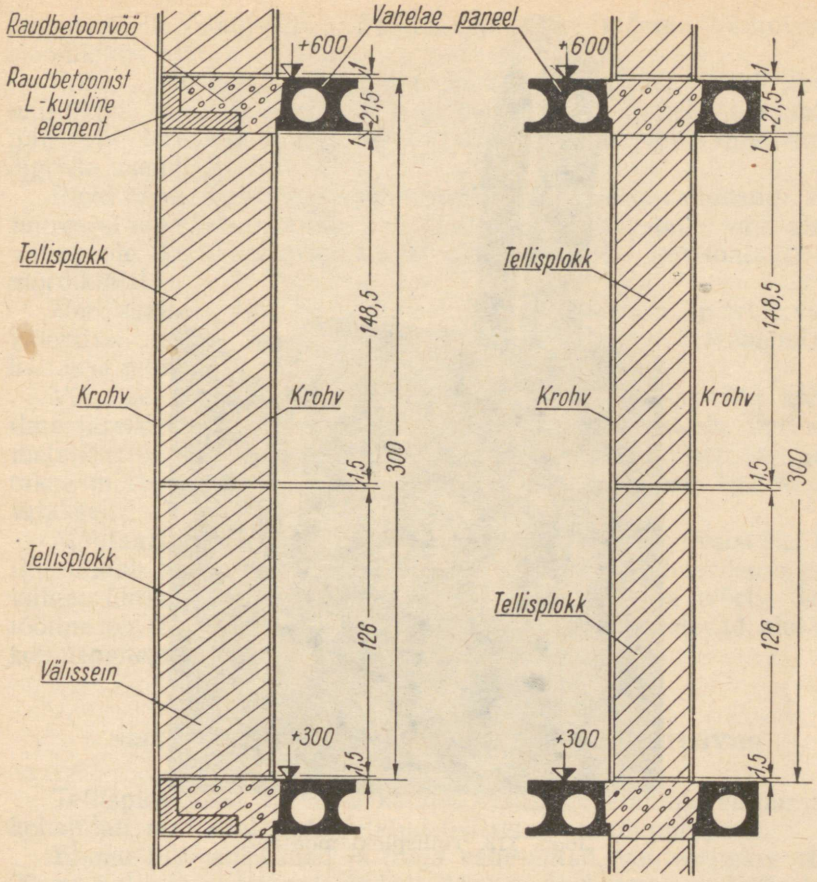


Joon. 110. Vahelaepaneeli toetumine välis- ja siseseinale.

lik vajaduse korral plokke vedada ka raudtee-platvormidel. Plokkide majanduslikuks veokauguseks loetakse autotranspordi korral kuni 24 km ja raudteeveol kuni 120 km. Viimasel juhul on arvesse võetud autovedu jaamast ehitusplatsile kuni 2 km.

Raudteeveo korral on soovitav hoida plokkide vaheladu raudteejaamas, mitte aga ehitusplatsil. Plokkide veoks on otstarbekohane kasutada nelja järelkäru. Ühele laaditakse plokke tehases, teiselt lastakse ehitusobjektil plokid maha, kolmas on ehitusobjektil reservis ja neljas on teel ehitusobjektile.

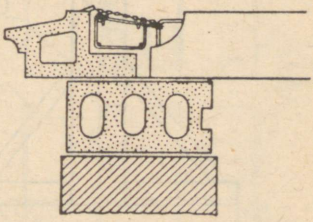
Plokid laaditakse järelkärudele elektritõstukiga. Tehasesse teatatakse päev varem, milliseid plokke ja millises järjekorras neid järgmisel päeval ehitusobjektil vajatakse. Vastavalt sellele järje-



Joon. 111. Vahelaepaneeli ja põikseinte ühenduskoha detail.

korrale saadetakse plokid ka ehitusobjektile. Plokkide ümberkaldumise vältimiseks veokil toestatakse plokid puittugedega. Plokid tõstetakse transpordivahendilt kraanaga. Plokkide tõstmisel kasutatakse joon. 114 näidatud haardeseadet. Et plokke saaks selle haardeseadmega haarata, paigutatakse pealelaadimisel plokkide vahele puidust distantsprussid.

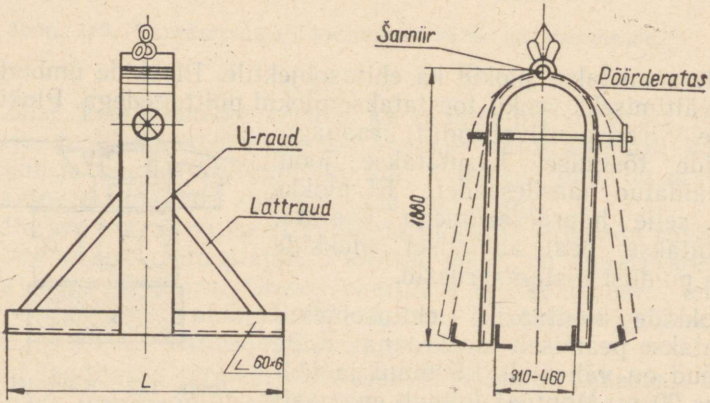
Plokkide montaažiks ehitusobjektil kasutatakse peamiselt tornkraanat, mille tõstejõud on vähemalt 1,5 tonni ja tööraadius 20 m. Montaaž toimub enamasti vahetult transpordivahendilt, ilma



Joon. 112. Karniisi detail tellisplokk-ehitusviisi juures.



Joon. 113. Tellisploki montaaž.



Joon. 114. Plokkide tõstmise haardeseade.

plokke maha laadimata. Plokke hakatakse laduma hüdroisolatsioonikihist alates.

Enne plokkide kohalepaigutamist asetatakse müüritusele mördikiht, nii et horisontaalvuugi paksuseks kujuneks 1,5 cm, ja puit- või teraskiilud, mis on vajalikud hiljem ploki nihutamisel õigesse asendisse.

Ploki õigesse asendisse juhtimiseks kasutatakse raudkangi. Seejuures ei ole rihtimisel lubatud lüüa kiilusid sissepoole, vaid ainult väljapoole, kuna vastasel korral plokk eralduks horisontaalvuugi mördikihist.

Vertikaalsete vuukide täitmiseks valatakse mört ämbrist vuuki (ülemisse otsa), kusjuures mördi väljavoolamise takistamiseks hoitakse mõlemal pool vertikaalvuugi kohal luuda.

Viimasel ajal on tehtud katseid paigaldada tellisplokke kohale ilma järelkiilumata. Sel puhul paigutatakse müüritusele rõhtloodis metallraam, mille paksus vastab vuugi paksusele. Raamisse valatakse mörti, mille järel raam eemaldatakse ja plokk kohale asetatakse.

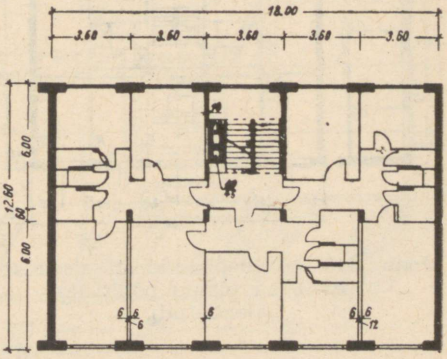
Montaažibrigaad koosneb normaalselt 5 töölisest. Neist üks tööline annab plokke ette ja kinnitab montaažkraana haardeosa ploki külge; ühtlasi valmistab see tööline mördisegistiga mörti. Teine tööline on tõstekraana juhiks ning kolm töölist tegelevad plokkide kohalepanemisega.

SISEMISE SÕRESTIKUGA TELLISPLOKK-EHITUSVIIS

Tellisplokkidest sisemise kandesõrestikuga elamute ehitamiseks kohandati seni edukalt kasutatud telliselamute tüüpprojekte.

Elamu pikivälisseinad ja maja vaheseinad monteeritakse 45 ja 30 cm paksustest tellisplokkidest. Akende piirkonnas on tellisplokid asendatud 10 cm paksuse aknapaneeliga.

Kandvad vaheseinad on asendatud postidest ja taladest koosneva sisemise kandva sõrestikuga. See sõrestik kaetakse vaheseinte moodustamiseks 6 cm paksuse seinapaneeliga. Korterivahelised vaheseinad koosnevad kahest paneelist. Vahelaed monteeritakse õõntega raudbetoonvahelaepaneelidest, paksusega 14 cm. Trepimarsid on 3,6 m laiuses trepikojas projekteeritud selliselt, et trepikoja seina ja trepimarsi vahele jääb ruumi šahti jaoks,



Joon. 115. Tellisplokkidest sisemise kandesõrestikuga elamu põhiplaan.

millesse paigutatakse ventilatsioonilõõrid ja installatsioonijuhtmed. Elamu omab keskkütet.

Sellise ehitusviisiga vähendati esialgse ehitusviisi juures vajalike tellisplokkide arvu 40-lt 5-le. Kuna hoones on ette nähtud paisumisvuuk, siis on vajalik täiendavalt plokk 0,8×1,42×0,45 m. Lõppsektsioonide ehitamiseks ja nurgalahenduste moodustamiseks kasutatakse peale selle veel seinaplokkide eritüüpe.

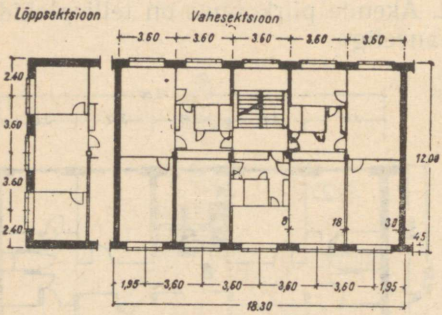
Raudbetoonist valmistatakse 11 erinevat detaili, seejuures ka trepimarsid. Elementide arv suureneb nurga ja otsasektsioonide, samuti katusekonstruktsioonide arvel 36-le. Trepimarsi detailid, s. o. küljelauad ja astmed, valmistatakse eraldi ja ühendatakse poltide abil marsiks enne paigaldamist.

Monteeritavate elementide keskmiseks kaaluks on 1075 kg, seejuures maksimaalseks elemendi kaaluks 1530 kg. Hoone ühe m³ ehitamiseks on vaja 0,05 m³ tellisplokke, 0,04 m³ raudbetoonelemente ja 4,5 kg terast.

Iga korteri monteerimiseks on vaja 42 üksikosa.

Vahelaed kujundatakse monoliitsete plaatidena, kusjuures üksikud vahelaeplaadid ühendatakse üksteisega keevitamise teel. Selleks on plaadi armatuuri külge kinnitatud ja sissebetoneeritud nurkraua külge keevitatud ühenduslapid. Põranda kate on järgmine: 1 cm paksune tasanduskiht liivast, kahekordne puitkiudplaatidest isolatsioonikiht — kokku 2,5 cm paks, üks kiht bituumenpaberit, 3 cm paksune tsementmördi kiht ja pealmise kihina parkett, mis on kohale asetatud asfaltmastiksiga.

Siseseinte- ja aknapaneelide konstruktsioon on järgmine: 1,5 (2,0) cm krohvi terasvõrgul, 3,0 (6,0) cm tõrvaga immutatud lainepappi, nn. velliiti isolatsioonikihina ja jälle 1,5 (2,0) cm krohvikihti terasvõrgul. (Sulgudes olevad arvud kehtivad aknapaneeli kohta.) Isolatsioonikihtide vahel on kitsad raudbetoonribid, mis koos 2 mm paksusest terasplekist ukseraamiga moodustavad vaheseinte kandesõrestiku.



Joon. 116. Tellisplokkidest sisemise sõrestikuga elamu põhiplaan (täiendatud).

See on esimesi katseid Tšehhoslovakkias kergete toasuuruste vaheseinte ehitamiseks.

Joonisel 116 on esitatud taolise ehitusviisi parandatud lahendus. Joonisel 115 trepikoja ühel küljel asuv šaht on parandatud põhiplaani juures projekteeritud mõlemal pool treppi kitsamana, mis võimaldab šahtidesse asetada trepikoja kõrval asuvate korterite köökide, vannitubade ja klosettide veevarustust ja kanalisat-

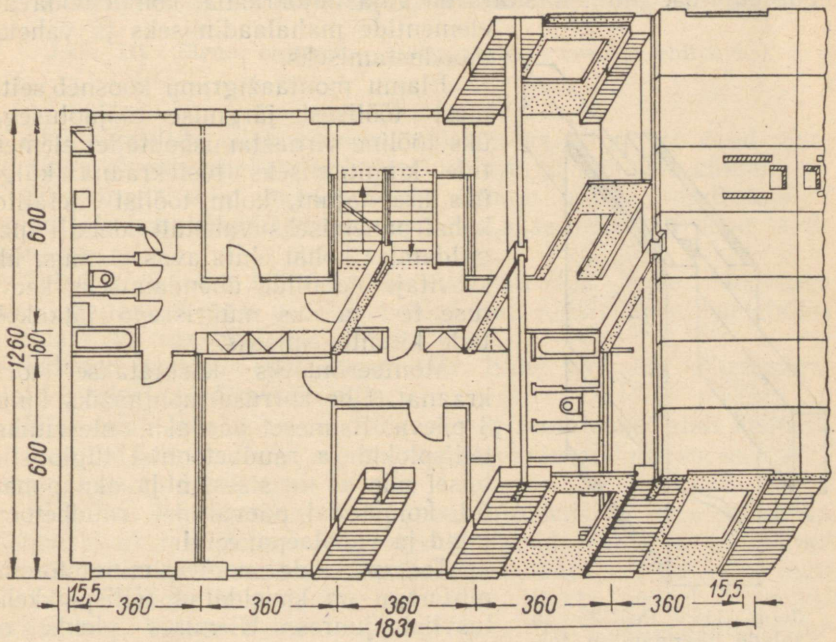
sioonijuhtmeid, samuti ka elektriinstallatsiooni ja ventilatsioonilõõre. Vastu vannituba on projekteeritud sisseehitatud seinakapp.

Allpool on toodud mõningad andmed elamu püstitamiseks vajalike detailide — vahelaepaneelide, vaheseinte ja aknapaneelide valmistamise kohta, tellisplokkide valmistamist aga on käsitletud üksikasjaliselt eespool.

Õõntega raudbetoon-vahelaepaneelid valmistatakse eranditult betoontoodete tehastes, kus tootmise mehhaniseerimise ja automatiseerimise tase on mitmesugune. Lihtsaim Tšehhoslovakkias kasutatav valmistamisviis on järgmine: vahelaepaneelid betoneeritakse metall-alusplaadil, mis on asetatud vibratsioonlauale. Pärast vormi kohaleasetamist ja armatuurkarkassi vormi asetamist sõidavad vormisse mehaaniliselt teraskärnid, mis pärast betoneerimist tõmmatakse betoonist välja. Kärnide eemaldamine toimub kahes järgus.

Betoon tuuakse vormi juurde linttransportööriga ja jaotatakse üle vormi laiali käsitsi. Pärast kärnide eemaldamist ja vormi ülestõstmist tõstetakse vormitud vahelaeplaat koos metallist alusplaadiga aurutusseadmesse.

Suurema tööprotsesside automatiseerimise astmega on järgmine lahendus. Paneeli betoneerimine toimub üldiselt samuti, kui eespool kirjeldatud. Betoneeritud paneeli ei tõsteta aga kraanaga mitte aurutusseadmesse, vaid transporditakse rullteel läbi aurutuskambri, mis on 35 m pikk. Pärast aurutuskambri läbimist satub paneel



Joon. 117. Ehituselementide paigutus tellisplokk-sõrestikehitusviisi juures.

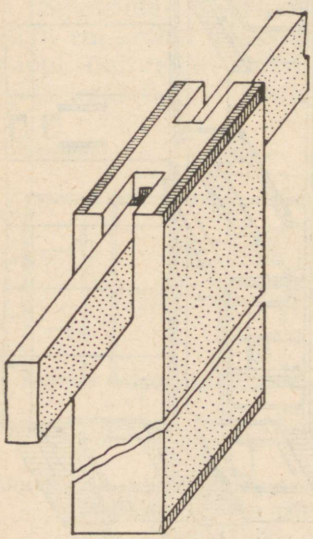
pöördeseadmesse, kus ta vormist vabastatakse ja rullteed mööda lattu saadetakse. Aurutuskambri peale on ehitatud teine rulltee, millel vormid tagastatakse betoneerimiskohta. Samal rullteel toimub ka vormide puhastamine ja õlitamine.

Sisemise sõrestikuga tellisplokk-ehitusviisi juures kasutatavad siseseinte- ja aknapaneelid valmistatakse ehitusplatsil, tornkraana haardeulatuse piirkonnas, kuna neid paneele on raske transportida.

Vormimiseks kasutatakse metallvorme. Esmalt vormid õlitatakse, siis paigaldatakse krohvikiht, millesse surutakse sisse traatvõrk. Selle vastu asetatakse isolatsiooniplaadid. Vahed täidetakse raudbetooniga. Plaatide peale tuleb jälle krohvikiht metallvõrguga. Paneelid on vormis 12—24 tundi.

Aknapaneelidesse betoneeritakse puitliistud, mille külge kinnitatakse aknaraamid pärast paneeli kohalemonteerimist. Aknad tuuakse ehitusobjektile värvitult ja klaasitult.

Elamu detailid monteeritakse põhiliselt otse veovahenditelt. Päev enne kohalemonteerimist teatatakse, milliseid plokke ja paneele on tarvis ja millises järjekorras neid kasutatakse. Ehitusplatsil virnastatakse elemendid vahelaos. Sellisel töökorraldusel on järgmised põhjused. Kuna vaheseina- ja aknapaneelid valmistatakse ehitusplatsil tornkraana pöördeulatuses ja nad nõuavad küllaltki suurt pinda, asub enamik juurdesõiduteedest väljaspool tornkraana haardeulatuse piire, mistõttu on vaja autokraanat kohaletoodavate elementide mahalaadimiseks ja vahelao moodustamiseks.



Joon. 118. Postide ja talade ühendamine tellisplokk-sõrestikehitusviisi juures.

Elamu montaažigrupp koosneb seitsmest töölisest järgmise tööjaotusega: üks tööline virnastamiskohtadel elementide kinnitamiseks tõstekraana külge, üks kraanajuht, kolm töölist detailide kohalepanemiseks vahetult detaili paigaldamise kohal ehitatavas elamus, üks keevitaja detailide ühendamiseks keevituse teel ja üks müürissepp jätkukohtade kinnitegemiseks.

Monteerimiseks kasutatakse tornkraanat. Ühe korruse montaažiks kulub 3 päeva. Esimesel päeval monteeritakse tellisplokid ja raudbetoonist tugipostid, teisel päeval — sisesein ja aknapaneelid, kolmandal päeval — raudbetoontalad ja vahelaepaneelid.

Tellisplokkide monteerimine toimub nii, nagu on kirjeldatud tellisplokkehitusviisi juures. Ülemises plokis on väljalõige, õigemini talapesa tala toetamiseks plokile.



Joon. 119. Elamu ehitamine tellisplokkidest (vanem ehitusviis).

Aknapaneelide allakukkumise vältimiseks kiilutakse need puitkiiludega akendevaheliste tellisplokkidest tugisammaste külge.

Siseseinapaneelid monteeritakse kohale pärast raudbetoonist tugipostide kohalemonteerimist ja toestatakse mõlemalt poolt laudtugedega.

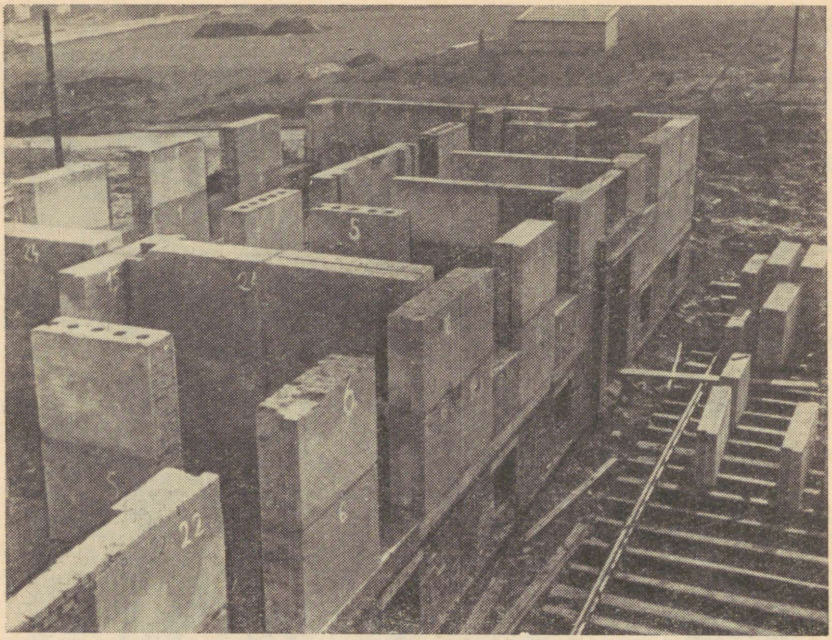
Talad asetatakse kohale vaheseinapaneelide peale, kusjuures vaheseinapaneeli peale pannakse mördikiht. Kõik raudbetoondetailid ühendatakse omavahel keevitamise teel.

Taladele toetuvad vahelaepaneelid. Enne viimaste kohalepanemist kaetakse talad mördikihiga.

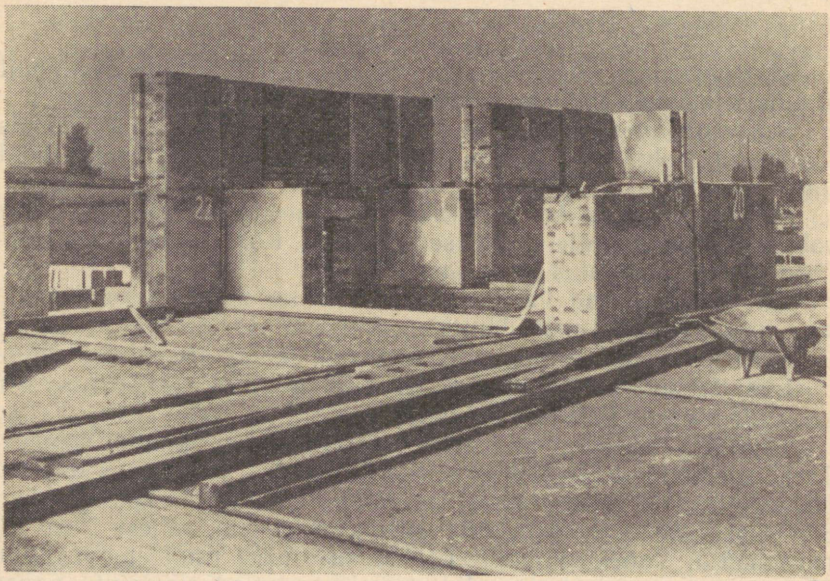
Mört tõstetakse kohale mördikopas ja jaotatakse laiali kelluga.

Installatsioonijuhtmed monteeritakse varem valmis korruse kõrguselt ja paigaldatakse siis kohale.

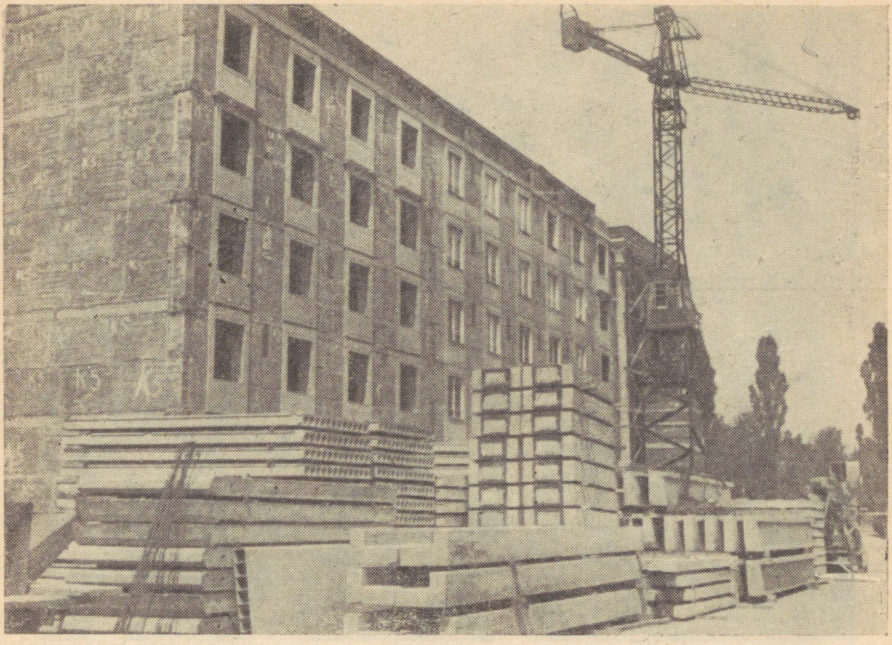
Tüüpilise lahendusena suurpaneel-ehitusviisi juures esinevad Tšehhoslovakkias järgmised konstruktsioonid: välis- ja siseseinad on valmistatud toasuurustest raudbetoonplaatidest, kaaluga kuni 3700 kg. Välisseinte paneelide paksus on 20 cm, sellest 7 cm mineraalkorki. Vahelaed monteeritakse tavalisest raudbetoonist ilma õõnteta toasuurustest paneelidest, mis toetuvad siseseinte paneelidele.



Joon. 120. Elamu ehitamine tellisplokkidest (uuem ehitusviis).



Joon. 121. Plokid paigaldatakse pärast vahelae väljaehitamist.



Joon. 122. Tellisplokkidest (sisemise sõrestikuga) elamu montaaž. Esiplaanil raudbetoondetailid.

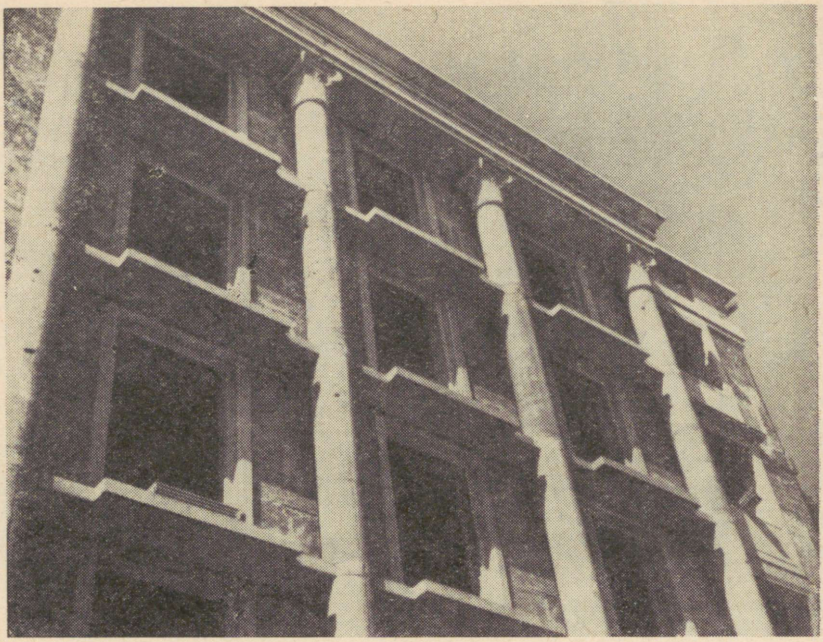
Vahelaepaneelidesse on asetatud keskküttespiraalid $^1/_2''$ torudest. Torude sirged osad on üksteisest 15 cm kaugusel ja on ühtlasi paneeli raudarmatuuriks, mis on võetud kogu armatuuri määramisel arvesse. Monteerimise käigus keevitatakse seina- ja vahelaepaneelid omavahel kokku.

Katustel on kalle sissepoole. Ülemisele laepaneelile kleebitakse üks kiht katusepappi, sellele asetatakse 20—40 cm paksune šlakikiht, millega antakse katusele vajalik kalle ja soojapidavus. Šlakikiht kaetakse pealt 5 cm paksuse tsemendivõõbaga, millele kleebitakse ruberoid.

Detailide monteerimiseks kasutatakse portaalkraanat, mille tõstejõud on 5 tonni.

SÕRESTIK-PANEELEHITUSVIIS

Sõrestik-paneelehitusviisi juures valmistatakse välis- ja siseseinad mittekandvatest toasuurustest paneelidest. Elamu kandekonstruktsiooni moodustavad raudbetoonpostid, piki- ja põiktalad. Vahelaed monteeritakse suurepinnalistest ümarate õõntega raudbetoonplaatidest. Vahelagede koormus antakse üle vundamendile raudbetoonist põiksõrestiku kaudu.



Joon. 123. Tellisplokkidest (sisemise sõrestikuga) elamu fassaad enne krohvimist.

Tšehhoslovakkia rahvamajanduse teise viisaastaku plaani projekti kohaselt kavatsetakse aastas välja ehitada kuni 14 000 elukorterit plokkidest, peale selle 7000 elukorterit teiste progressiivsete ehitusviisidega — suurpaneel- ja sõrestikehitusviisidega.

Progressiivsete ehitusviiside rakendamine Tšehhoslovakkias on näidanud, et otsene ehitusmaksumus, võrreldes traditsioonilise ehitusviisiga, tõuseb progressiivseid ehitusviise kasutades esialgu kuni 15%. Erandi moodustab tellisplokk-ehitusviis, kus ehitusmaksumus oluliselt ei muutu.

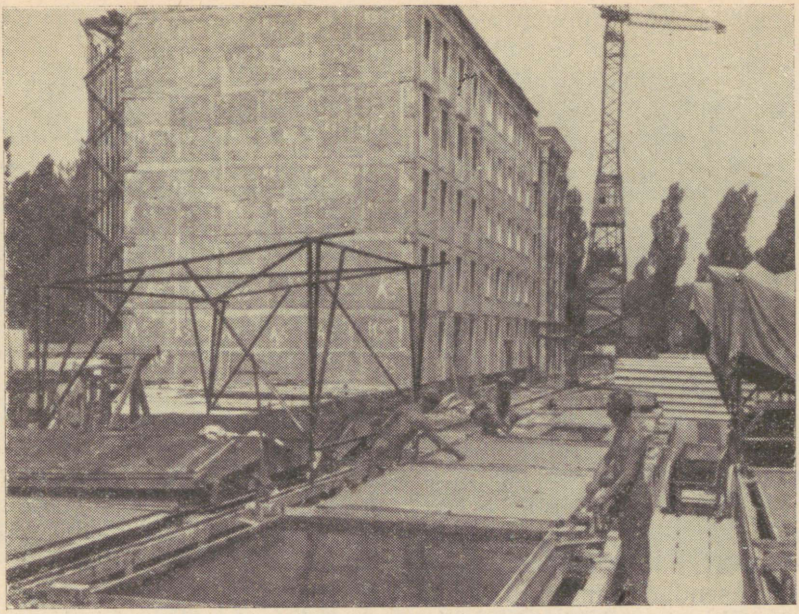
Kokku võttes võiks tellisplokk-ehitusviisi peamistest eelistest märkida järgmisi:

1. Töötootlikkus tõuseb 300—500%.

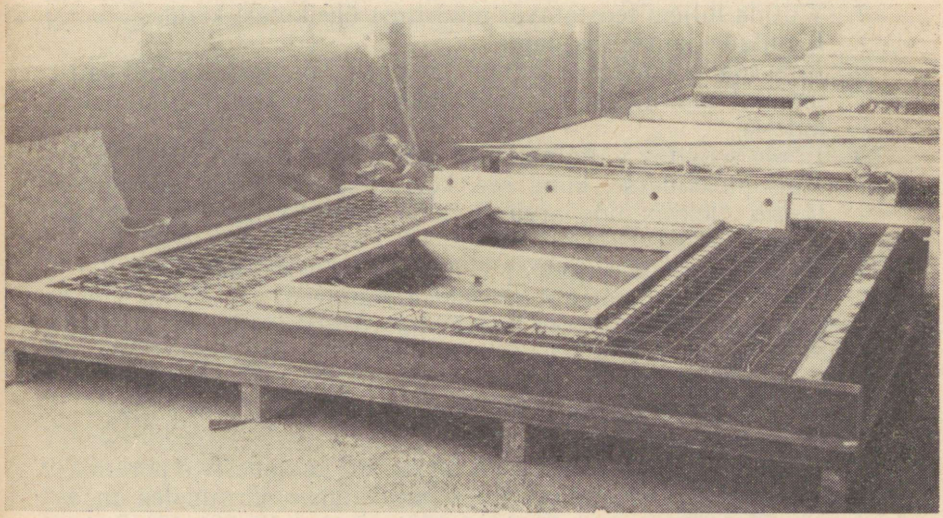
2. Tööjõu vajadus ehitusobjektil müüri ladumiseks väheneb umbes 50% ja tööjõukulu ploki valmistamisel tehases — umbes 30%.

3. Oskustööliste arv, mis on vajalik ehituse püstitamiseks, väheneb iga brigaadi kohta, kes kaheksa tunniga laovad 30 m³ müüri, ühe-kahe töölise võrra (8 õppinud töölist on vaja tellisplokkide valmistamiseks ja 5—6 töölist — ehitusobjektil).

4. Ehitustööde mehhaniseerimiseks ja, kui arvesse võtta ploki



Joon. 124. Vaheseinapaneelide valmistamine ehitusplatsil. Ehitamisel tellisplokkidest elamu (sisemise sõrestikuga).



Joon. 125. Raudbetoonseinapaneeli vorm.

ladumist, siis ka automatiseerimiseks on loodud paremad võimalused kui traditsioonilise ehitusviisi juures.

5. Töötingimused, arvesse võttes, et plokkide ladumine toimub suletud ruumis, on aasta läbi head. Töö raskus väheneb.

6. Ehituse niiskus väheneb, mis võimaldab kohe pärast montaaži teostada viimistlustöid.

7. Materjalide, eriti telliste ja mördi kadu väheneb miinimumini.

8. Luuakse võimalused monteeritavate elementide, samuti mehhaniseerimis- ja transpordivahendite tüpiseerimiseks. Seega valmistutakse veelgi progressiivsemate ehitusviiside juurutamiseks.

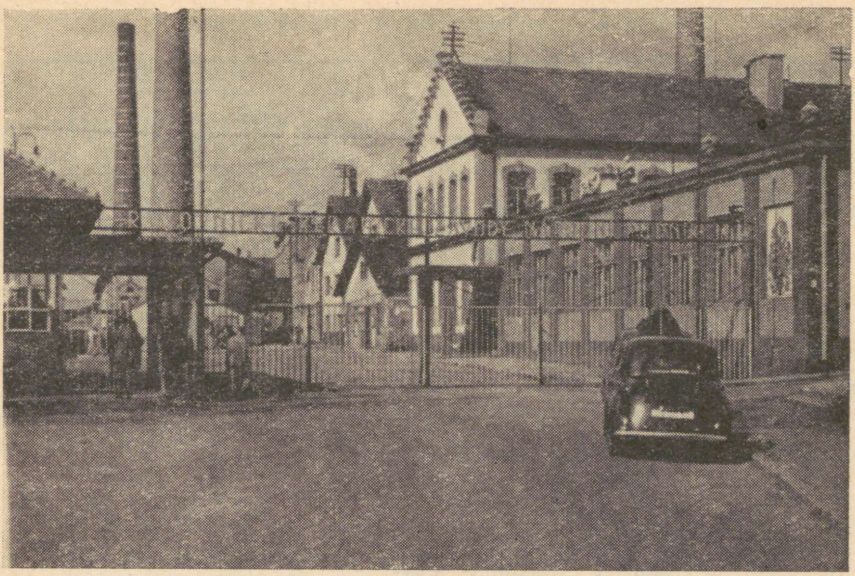
Võrreldes teiste progressiivsete ehitusviisidega on tellisplokkehitusviisil peamiselt kaks puudust — raskused viimistlustööde teostamisel ja ehituse suur kaal.

Elamu konstruktsioonide valikul ja lahenduse projekteerimisel ning ehitusplatsi planeerimisel tellisplokkidest elamute ehitusviisi uurimistöödega tegelev Ehitustööde Industrialiseerimise Instituut Prahas (Brno osakond) soovitab kinni pidada järgmistest põhimõtetest:

1. Kavandada lihtne põhiplaan — sirged jooned, täisnurgad.
2. Asendada õhukesed vaheseinad sisseehitatavate kappidega.
3. Ühtegi väljalõiget ploki otspindades, tasapinnalised vuugid.
4. Vähesed ja lihtsad installatsioonijuhtmete avad vahelaepaneelides.
5. Piirata jätkuvuukide arvu, eriti akendevahelistes osades.
6. Paljukorruselise hoone keldrikorruse juures ette näha raudbetoonvöö seina täies laiuses.
7. Vältida hiljem teostatavat müüritust üksikutest kividest.
8. Kasutada kuivkrohvplaate.
9. Ankurdada õhukesed seinad ja muud konstruktsioonid lattterasest ankrutega, mis asetatakse plokkide horisontaalvuukidesse.
10. Ei ole soovitav väljalõigete, astmete ega neljandikkude tegemine plokkidesse, kuna see komplitseerib müüri sidumist, tõstab plokitüüpide arvu ja toob seega kaasa ehitusmaksumuse tõusu.
11. Ehitada elamud sirgete, pikkade majaplokkidena.
12. Ehitada majade plokid piki üht kraanateed.
13. Ehitada head sõiduteed kraana haardeulatuses.

IV. PÕRANDAPLAADID

Tšehhoslovakkias on laialdaselt levinenud keraamiliste põrandaplaatide tootmine. Põrandaplaate valmistatakse järgmistes mõõdetes: 1) 100×100×8 mm; 2) 150×150×10 mm; 3) 20×50×8 mm ja teised väiksemad mõõted.



Joon. 126. Vaade «Rako» keraamikatehasele.

Viimased väiksemõõtelised põrandaplaadikesed asetatakse tehases vajaliku mustri järgi paigale, kleebitakse peale paber ja turustatakse selliste plaatidena tarbijatele. See viimane moodus sarnaneb meil Nõukogude Liidus kasutatavale mosaiik-põrandaplaadikeste valmistamise ja kasutamise viisile.

Plaate valmistatakse väga paljudes värvustes — valged, helesinised, sinised, kollased, rohelised, hallid, punased, pruunid, mustad ja porfüürse struktuuriga.

Plaatide kvaliteet on väga kõrge ning neid eksporditakse suurel hulgal ka välismaale.

Toorainena kasutatakse mitmesuguste omadustega savi, kusjuures, olenevalt soovitava plaadi omadustest, eriti aga värvusest, ühe plaadi tegemiseks kasutatakse kuni 12 eri liiki savi. Näiteks valmistatakse siniseid plaate 5—6 eri liiki savist, kollaseid plaate kaheksast komponendist, punaseid plaate kolmest komponendist. Alljärgnevas tabelis on toodud keraamiliste plaatide valmistamiseks kasutatavate savide lühike iseloomustus.

Nagu võib järeldada suurest komponentide arvust, pööratakse Tšehhoslovakkia keraamikatööstuses segu ratsionaalsele koostisele väga suurt tähelepanu ja peetakse seda esimeseks nõudeks püsivalt kvaliteetse toodangu saamisel. Paljukomponendilise massi juures mõjutavad üksikute komponentide koostise kõikumised üldist massi koostist vähe. Samuti võimaldab paljukomponentne mass

Savid keraamiliste plaatide valmistamiseks

Tooraine	Iseloomustus	Koostis %				
		kvarts	põld-pagu	savi-aine	Fe_2O_3	TiO_2
Kaoliin	Madal kaoliini sort, mis sisaldab rohkesti põldpagu ja räni. Paakub 1350° juures. Põletamisel omandab ebapuhta valge värvuse	15,7	25,6	57,8	0,9	
Kaoliin	Omaduste poolest sarnane eelmistele	11,9	23,5	63,4	1,2	
Kaoliin	Kaoliini rikastamise jäägid rohke kvartsi ja põldpao lisandusega	55,2	24,1	20,0	0,7	
Savi	Paakub 1260° juures. Põletamisel omandab kahvatu-kollase värvuse . .	44,8	1,5	50,5	1,5	1,7
Savi	Tulekindel, plastiline. Paakub 1240° juures. Põletamisel omandab ebapuhta valge värvuse . .	4,5	1,5	92,0	1,5	0,5
Savi	Liivane. Põletamisel omandab kollase värvuse . .	32,5	1,2	62,9	1,9	1,5
Savi	Plastiline. Paakub 1280° juures. Põletamisel omandab kollase värvuse . .	25,6	6,8	63,5	3,0	1,1
Savi	Nagu eelmine	32,6	2,2	62,8	1,9	0,5
Savi	Plastiline. Põletamisel omandab helekollase värvuse	11,5	2,8	73,4	2,7	9,6
Savi	Paakub 1200° juures. Põletamisel omandab tumepunase värvuse. 1250° juures paisub . . .	30,1	5,8	49,4	10,6	4,1
Savi	Paakub 1220° juures. Põletamisel omandab helepunase värvuse . . .	24,2	5,6	58,6	10,8	0,8

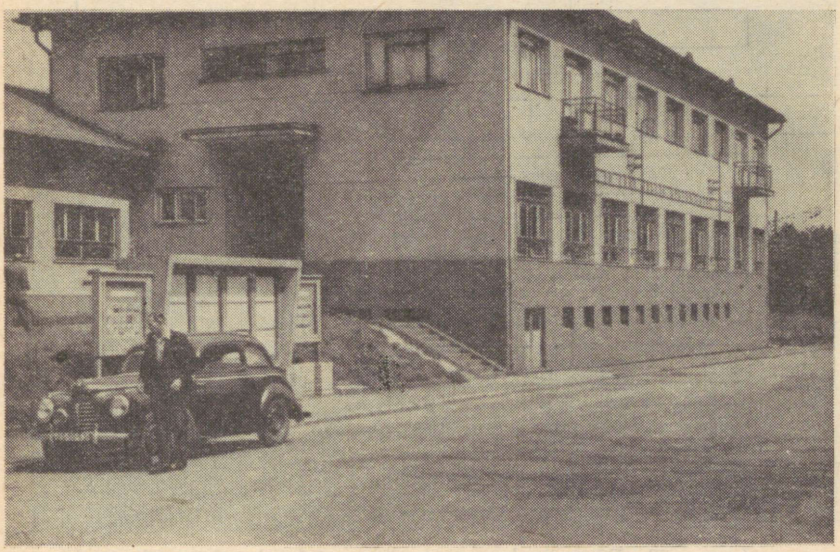
kasutada peale kõrgekvaliteediliste savide veel tavaliste omadustega savisid.

Valgete plaatide valmistamiseks kasutatakse suure räni- ja põldpaosisaldusega savisid. Kollased ja punased plaadid valmistatakse savikatest materjalidest, millel on küllalt suur rauа- ja titaanisisaldus. Teistes värvustes plaate saadakse põhimassile mitmesuguseid mineraalvärve juurde lisades. Näiteks kasutatakse koobaltdioksüüdi helesinise ja sinise värvuse saamiseks, pürolüsiiti pruuni ja musta värvuse ning kromiiti halli värvuse saamiseks.

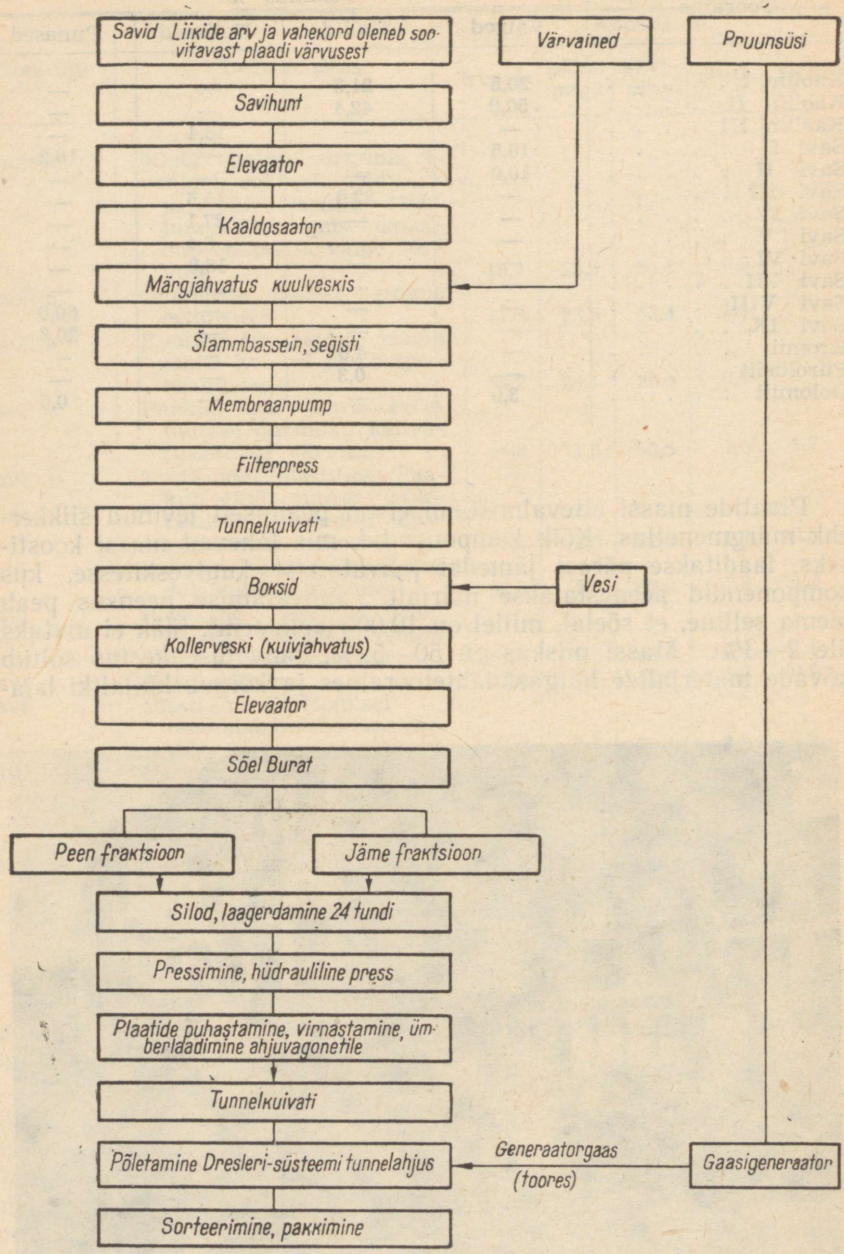
Järgmises tabelis on näidatud üksikute savide hulk, olenevalt soovitava plaadi värvusest:

Tooraine	Sisaldus %			
	Valged	Hallid	Kollased	Punased
Kaoliin I	20,5	21,3	—	—
Kaoliin II	50,0	42,4	—	—
Kaoliin III	—	—	18,4	—
Savi I	16,5	—	—	19,2
Savi II	10,0	—	—	—
Savi III	—	32,0	15,6	—
Savi IV	—	—	27,1	—
Savi V	—	—	8,4	—
Savi VI	—	—	16,8	—
Savi VII	—	—	13,2	—
Savi VIII	—	—	—	60,0
Savi IX	—	—	—	20,8
Kromiit	—	4,0	—	—
Pürolüsiit	—	0,3	—	—
Dolomiit	3,0	—	—	0,5

Plaatide massi ettevalmistamisel on peamiselt levinud šlikker- ehk märgmenetlus. Kõik komponendid, mis lähevad massi koostiseks, laaditakse pärast jämedat jahvatamist kuulveskitesse, kus komponendid peenestatakse märjalt. Jahvatamise peensus peab olema selline, et sõelal, millel on 10 000 auku/cm², jääk ei ulatuks üle 2—3%. Massi niiskus on 50—52%. Jahvatuse kestus sõltub kõvade materjalide hulgast lähtetooraines ja kõigub küllaltki laia-



Joon. 127. «Rako» keraamikatehase kontorihoone.

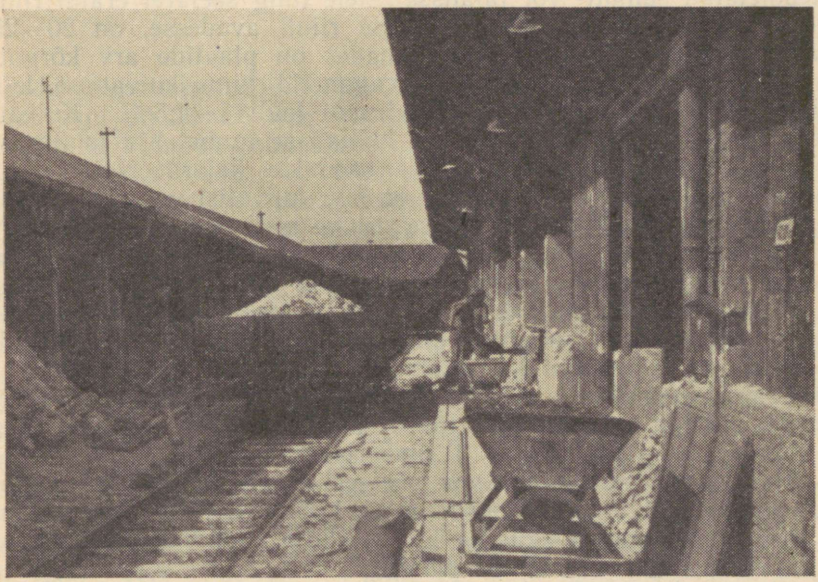


Joon. 128. Põrandaplaatide tootmise tehnoloogiline skeem.

des piirides — 9—24 tundi. Joonisel 128 on toodud põrandaplaatide valmistamise tehnoloogiline skeem «Rako» tehases.

Savid, mille niiskus keskmiselt on 16%, lastakse esiti läbi savihundi ja tõstetakse elevaatoriga punkrisse, kust kaalutakse vajalikud kogused jahvatamiseks märgades kuulveskites. Kuulveskites jahvatatud mass valatakse segistisse, kust membraanpumba abil pumbatakse edasi filterpressidesse. Filterpresside töö toimub rõhu all 10—15 at. Vee väljafiltreerimine lahjast valgest massist vältab 2 tundi, värviliste masside juures 4—6 tundi. Massi niiskus pärast väljumist filterpressist on 24—25%. Järgnevalt kuivatatakse filterpressist väljavõetud mass niiskuseni 7—8% tunnelkuivatites, mille vagonettidele asetatakse kettad. Tunnelkuivatites kasutatakse soojuskandjana õhku, mis saadakse ahju jahtumistsoonist, või õhku, mis soojendatakse kalorifeerides. Savimassist ketaste kuivatamise kestus on 24—40 tundi. Sellise savimassi märja ettevalmistamise hüveks on asjaolu, et saavutatakse kõigi komponentide väga hea ja hoolikas läbisegamine ning peen jahvatus, mille juures isegi need lisandid ühtlaselt jaotuvad kogu massis, mida on väga väikesel hulgal (värvained).

Kuivatatud savimassist kettad peenestatakse kollerveskites, milles toimub ka sõelumine. Kollerveski rattad valmistatakse mangaanterasest ja nad on väga suure kulumiskindlusega. Pulbrid, mis on ette nähtud ühevärviliste plaatide valmistamiseks, sõelutakse pärast peenestamist läbi sõela, millel on 100 auku/cm². Porfüürse struktuuriga plaatide valmistamisel kasutatakse pulbrit,



Joon. 129. Savi vastuvõtmine ja ladustamine.

mille tera maksimaalne suurus on kuni 3 mm, mis saadakse kollerveskites peenestamisel ilma järgneva sõelumiseta. Selleks et ühtlustada presspulbrite niiskust, hoitakse neid eelnevalt 2 kuni 3 ööpäeva raudbetoonist punkrites. Presspulbrite fraktsioonidesse sorteerimise vältimiseks punkrites kasutatakse väga lihtsat abinõu. Raudbetoonpunker on jaotatud üksikuteks vertikaalseteks kärgedeks vertikaalsete, üksteisele risti asuvate vaheseintega, mis ulatuvad kuni punkri põhjani.

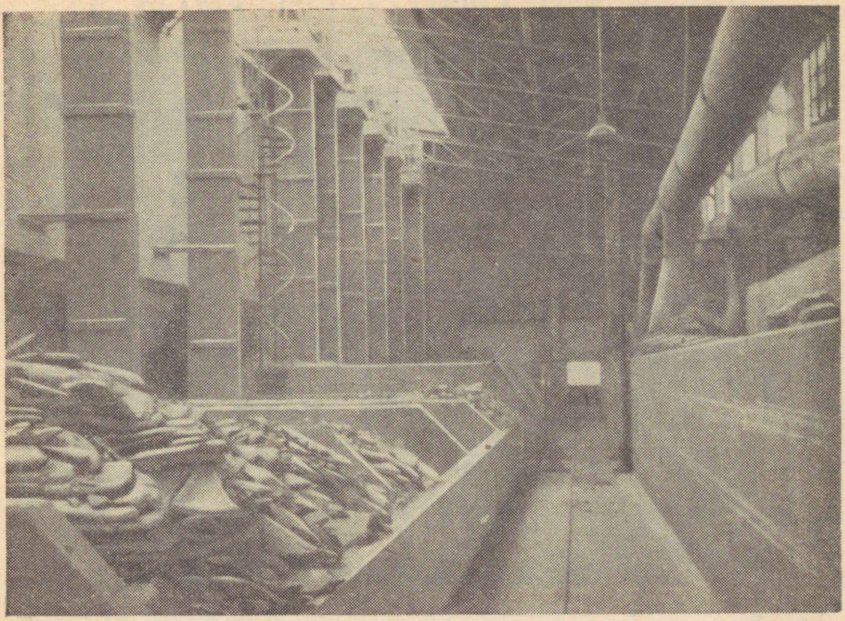
Põrandaplaadid pressitakse pulbrist, mille niiskus on 6—8%. Pressimisel kasutatakse käsitsi teenindatavaid hüdraulilisi presse. Massi puistamine matriitsidesse ja pressitud plaatide äravõtmine toimub käsitsi. Pressimine on kaheastmeline: I aste — 50—60 kg/cm², II aste kuni 400 kg/cm². Kõik hüdraulilised pressid töötavad võrgus, mille töörõhk on 50 at. Kõrge rõhk saavutatakse multiplikaatori abil, mis on püstitatud iga pressi juurde. Pressi tootlikkus on 180—190 m² plaate vahetuses ja pressi teenindava brigaadi suurus — 6 inimest. Siinkohal peab märkima, et viimasel ajal on keraamiliste põrandaplaatide pressimiseks kasutamisele võetud täisautomaat-väntvõllpressid, mis, võrreldes hüdrauliliste pressidega, on progressiivsemad automaatika ja suurema tootlikkuse tõttu. Pärast pressimist puhastatakse plaatide ääred hoolikalt väikese lauakese abil, millele on kleebitud silumispaber.

Praak pressimisel ei ületa 2—2,5%. Plaatide kuivatamine toimub tunnelahju vagonettidel, millele on laotud vastavad riiulid šamottplaatidest. Vahetult pressi juures laotakse pressitud plaadid ettepõletatud šamott- või fajanssalustele ning seejärel eraldi riiulitesse. Igas virnas, mis asetatakse riiuli avadesse, on 20—25 plaati. Riiulitele asetatavates virnades on plaatide arv kõrguti kuni 40. Pressi juurest lükatakse vagonetid tunnelkuivatisse, kus plaadid kuivatatakse niiskusesisalduseni kuni 1—1,5%. Kuivati töötab sooja õhuga, mis juhitakse kuivatisse tunnelahju jahtumistsoonist, samuti sooja õhuga, mis saadakse kalorifeeridest. Kuivatisse siseneva õhu temperatuur on 90°, kuivatist väljuva soojuskandja temperatuur 40—45° ja relatiivne niiskus — 60%.

Kuivati mõõted: pikkus — 18,2 m, tunneli laius — 1,35 m ja kõrgus — 2,7 m. Ühte tunnelisse mahub 8 vagonetti. Kuivatusaeg — 75 tundi. Kuivatuspraak ei ületa 0,5%. Vaatamata suurele kuivatusajale omab kuivatamine ahjuvagonettidel teatavaid eeliseid, võrreldes laialt levinud kuivatamisega riiulvagonettidel. Kuivatamine ahjuvagonettidel väldib plaatide ladumist ühelt vagonetilt teisele, millega saavutatakse tööjõu kokkuhoid ja kõrvaldatakse vältimatud kaod poolfabrikaadi ümberlaadimisel.

Plaadid põletatakse dressleri-süsteemi tunnelahjus. Ahju mõõted: pikkus — 110 m, tunneli laius — 1,05 m, kõrgus võlvi lukuni — 1,75 m; vagoneti pikkus — 1,7 m. Üldse mahub ahju 63 vagonetti, igale vagonetile 80 m² plaate.

Põletustsoon asub 28.—38. positsiooni vahel. Kütusena kasutatakse puhastamata generaatorgaasi, mis juhitakse ahju 14 põleti

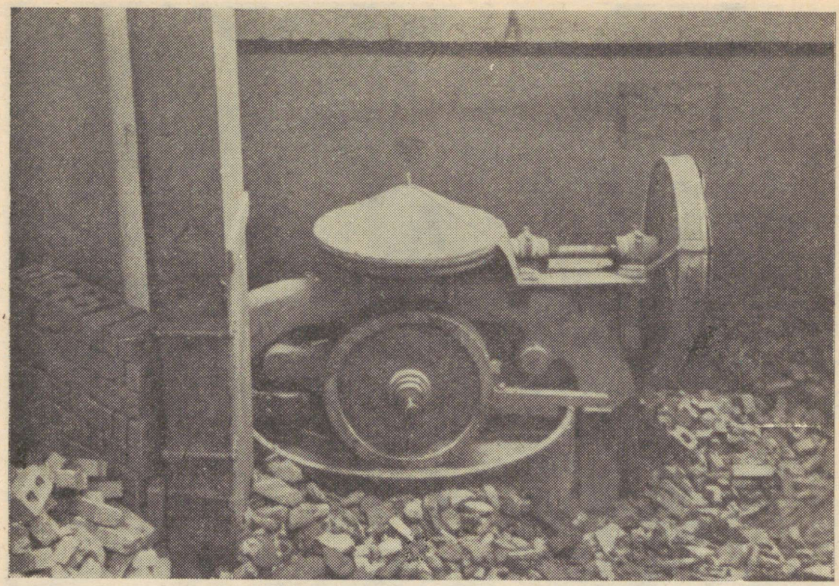


Joon. 130. Kuivatatud saviketaste ladustamine raudbetoonsalvedes «Rako» keraamikatehase põrandaplaatide tsehhis. Vasakul — salved ja elevaatorid, mis peenestatud savi punkritesse tõstavad; paremal — savikuivati sein.

kaudu (kummalgi ahju küljel 7 põletit). Gaasi rõhk enne sisenemist ahju on 20—30 mm vs. Gaasi kalorsus 1400 kcal/m^3. Põlemiseks vajalik õhk soojendatakse rekuperaatoris kuni 600°-ni.

Põletamise kestus — 100 tundi. Ööpäeva jooksul lükatakse ahju 15 vagonetti. Selleks et vältida temperatuurikõvera kõikumisi, lükatakse vagonetid ahju väga aeglaselt. Ühe vagoneti sisselükkamise kestus on 40—45 minutit.

Ahju iseloomulikuks omaduseks on temperatuuri suur kõikumine ahju põiklõikes. Temperatuuri vahe alumise ja ülemise osa vahel ühes ja samas põiklõikes ulatub 230°-ni. Kui ülemises osas on temperatuur vagonettide riiulitel 1280°, siis alumises osas ei ulatu temperatuur üle 1050°. Seepärast peetakse tehases hoolega kinni plaatide ahjuriiulitele laadimise skeemist. Vastavalt temperatuurile ahju põiklõikes paigutatakse riiulitele sobiva paakumistemperatuuriga massist plaadid. Nii asetatakse ülemistele riiulitele valged plaadid, mida tuleb põletada temperatuuril 1280°, keskmistele riiulitele hallid plaadid, mida põletatakse temperatuuril 1250°, veel allapoole — kollased, mille põletamistemperatuur on 1200°, ja lõpuks kõige alumistele riiulitele punased plaadid, mida põletatakse temperatuuril 1050°.



Joon. 131. Savi jahvatamine kollerveskis põrandaplaatide tsehhis.

Seega kasutatakse suur temperatuuride kõikumine, mis näib ahju ühe puudusena, edukalt ära mitmesugusest massist plaatide põletamiseks.

Temperatuuri kontrollitakse ahjus termopaaridega, mis seatakse üles ahju mitmes osas, ja püroskoopide kaudu, mis on asetatud vagonettidele.

Põletuskvaliteet on kõrge. I sordi hulk — 80%. Praak ei ületa 1,5—2%. Teistkordseks põletamiseks saadetakse kõige rohkem 5% plaatidest.

Plaadid sorteeritakse väga hoolikalt käsitsi. Šabloonidega sorteeritakse plaadid mõõdete järgi. Seejärel sorteeritakse plaadid välistunnuste — pragude, nurkade ja servade murdumise, deformatsiooni jne. järgi kolme sorti. Ühtlasi sorteeritakse plaadid värvivarjundite ja värvuse intensiivsuse järgi. Nii sorteeritakse punased plaadid viide, kollased nelja varjundisse jne.

Praagitud plaadid — pragude ja murtud nurkade ning servadega — kasutatakse ära lõikamise teel. Kolmnurkseid ja täisnurkseid (mitte ruut-) plaate näiteks ei pressita eraldi, vaid neid saadakse praakplaatidest. Lõigatud ääred lihvitakse abrassiivkäiadel.

Samuti utiliseeritakse plaatide murd. Mitmesuguse värvusega plaatide killud pannakse kokku mosaiikseks vaibaks, mis kleebitakse paberilehtedele, mõõdetes 360×360 mm, ja realiseeritakse sellistena odava hinnaga.

V. GLASUURITUD KATTEPLAATIDE TOOTMINE

Tšehhoslovakkia tehaste «Horni Bržisa» ja «Rako» poolt väljalastavad glasuuritud katteplaadid, mida kasutatakse vannitubade, köökide, sanitaarsõlmede jne. seinte vooderdamiseks, paistavad silma oma kõrge kvaliteedi poolest. Plaatide kõrge kvaliteedi tagavad põhiliselt hea tooraine, põhjalikult väljatöötatud tehnoloogia, tehnoloogilisest režiimist vali kinnipidamine ning kõrge kvalifikatsiooniga kaadrid.

Plaatide standardikohasteks põhimõõdeteks on 150×150, 150×75 ja 300×150 mm, kuid neid valmistatakse ka teistes mõõdetes. Plaatide paksus on 6 ja 4 mm. Peale täisnurksete plaatide valmistatakse nurgaliiste, nurki ja teisi fassongosi, mis on vajalikud seina ladumisel. Vannitubadele valmistatakse samuti samast fajanssmassist seebinišše (*1*), käepidemeid (*10*), ventilatsioonivõresid (*9*), klosetipaberi karpe (*2*), käterätiku- ja riidekonkse (*5*) ning klaasialuseid (*15*), mille mõõted sobivad seinaplaatide mõõdetega (vt. joon. 132).

Värvitoonid on puhtad. Neist on tarbijate poolt eelistatavamad valged, elevandiluu värvusega, helekollased, helesinised jne.

Peale tavaliste glasuuritud katteplaatide, mis on ette nähtud siseseinte katmiseks, valmistatakse paakunud struktuuriga katteplaate hoonete välisfassaadide katmiseks.

TEHNOLOOGIA

Plaatide valmistamisel kasutatakse toorainetena kohalikke savisid seitsmest leiukohast, rikastatud ja kolme rikastamata kaoliinsaviliiki, põldpagu, marmorit ja dolomiiti.

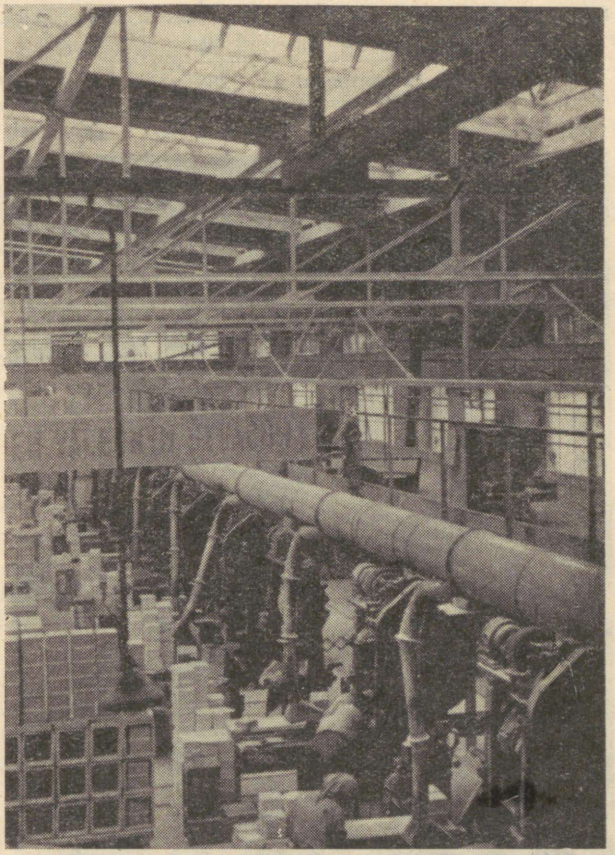
Enne tootmises kasutuselevõtmist määratakse tehastes kindlaks savide keemiline koostis. Et seda oleks võimalik õigeaegselt teostada, on tööd savilaos, s. o. savi mahalaadimine, proovide võtmine ja savi tootmisse saatmine, läbi viidud kindla korra järgi, millest valjult kinni peetakse. Ladu on jaotatud üksikuteks salvedeks. Iga saviliigi jaoks on kolm ladustamiskohta. Ühte laaditakse tehasesse saadetud savi maha, teises laos katsetatakse savi tema omaduste kindlakstegemiseks ja kolmandas asub savi, mida juba kasutatakse tootmiseks. Keskmiste omadustega savi tootmisse mineku kindlustamiseks paigutatakse salvestatav savi lattu horisontaalsete kihtidena: võiks öelda, et iga vagun savi, mis salve maha laaditakse, moodustab oma kihi, kuid salvest võtmisel kaevandatakse savi vertikaalsuunas, s. o. risti kihte.

Plaatide valmistamiseks koostatav savimass on paljukomponentne. Kõrvuti hinnalise kõrgekvaliteetse kaoliinsaviga püütakse kasutada ka odavamaid saviliike. Paljukomponendilisus, nagu märgitud juba põrandaplaatide tootmise juures, on üheks abinõuks, mis kindlustab massi konstantse koosseisu. Ühe komponendi omaduste kõikumistel on liiga väike erikaal, et kogu massi muuta.



Joon. 132. Glasuuritud katteplaatide näidiseid.

Kvartsliiva massi hulka ei lisata. Ränisisaldus massis on «Horni Bržisa» tehases 15% ja «Rako» tehases 10% ning see viiakse massi koosseisu kaoliini ja savidega. Lahjendajana kasutatakse massi koostises 1350—1420° juures põletatud kaoliini. Üldine lahjendajate hulk savis on 55%, s. o. 15% kõrgem kui meie tehastes.

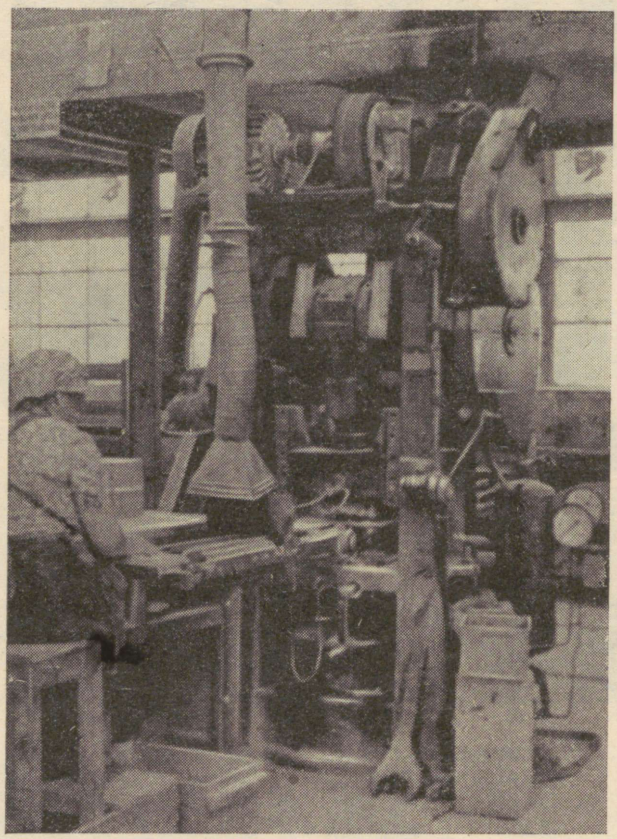


Joon. 133. Katteplaatide pressimise tsehh «Rako» keraamikatehases (üldvaade).

Lahjendajate suur hulk ja väike ränisisaldus massis vähendab plaatide deformatsioone ning kalduvust pragude tekkimisele nii kuivamisel kui ka biskviitpõletamisel.

«Horni Bržisa» keraamikatehases on osaainete tüüpkoosseis harilike glasuuritud katteplaatide (poorse struktuuriga) valmistamiseks järgmine:

Osaaine nimetus	Põletamata sisseviidav	Põletatult sisseviidav	Kokku
Kaoliniit	44	—	44
Kaoliniit, põletatult	—	36	36
Räni	3	12	15
Põldpagu	2	2	4
Dolomiit	1	—	1
	50	50	100%
Põletustemperatuur 1280°			



Joon. 134. Katteplaatide pressimise väntvõllpress.

Mass valmistatakse šlikkermenetlusel, kusjuures lahjendavad lisandid jahvatatakse eraldi. Kuulveskites jahvatatakse samuti suure ränisisaldusega savid. Massi jahvatuspeensusena peetakse

kinni nõudest — jäägi hulk sõelal 10 000 auku/cm² peab olema 2,5—3%.

Šlikker pumbatakse kogumisbasseinidest basseinidesse ja viimastest filterpressidesse läbi sõelte. Vesi eraldatakse šlikrist filterpressides, mis on varustatud hüdraulilise pressimisseadmega, samuti hüdraulilise avamisseadeldisega.

Filterpressides kasutatakse filterriidena puuvillast lõuendit, mis on läbi immutatud fenoolidega. Omatakse kogemusi ka nailonist filterriide kasutamise alal. Nailoni vastupidavus osutus viis korda suuremaks kui beltingil.

Suure disperssusega fraktsioonid, mis eralduvad koos filterveega, sadestatakse välja vastavates settekambrites ja suunatakse uuesti tootmisse.

Filterpressist saadava massiketaste kuivatamiseks kasutatakse tunnelkuivatit. Kuivatusrežiimile pööratakse suurt tähelepanu — massiketaste niiskus pärast kuivatamist on 6—10%.

Kuivatatud kettad jahvatatakse kollerveskites, mille põhjapilude suurus on 1, 2 ja 3 mm. Kollerveski rattad ja põhi on metallist.

Kollerveskis jahvatatud presspulbri granulomeetriline koostis on järgmine:

terasuurusega	üle 1 mm	— 10—12%
„	1,0—0,5 mm	— 25—28%
„	0,5—0,2 mm	— 22—25%
„	alla 0,2 mm	— 35—40%.

Õhukeste, 4 mm paksuste katteplaatide valmistamisel on alla 0,2 mm suurusega terade sisaldus tunduvalt suurem — 50—60%.

Enne pressimist laagerdatakse presspulbrit üks ööpäev vastavates punkrites. Et kindlustada punkri tühjenemist alt ja vältida presspulbri grupeerumist terasuuruse järgi, on punker jaotatud vertikaalsete vaheseintega segmentideks. Punkri seinad on kaetud keraamiliste plaatidega.

Presspulber sõelutakse kas enne või pärast laagerduspunkrisse laadimist. Eelistatakse esimest moodust.

Plaadid paksusega 6 mm pressitakse väntvõllpressidel «Robot». Pressimise rõhk — 160—170 kg/cm².

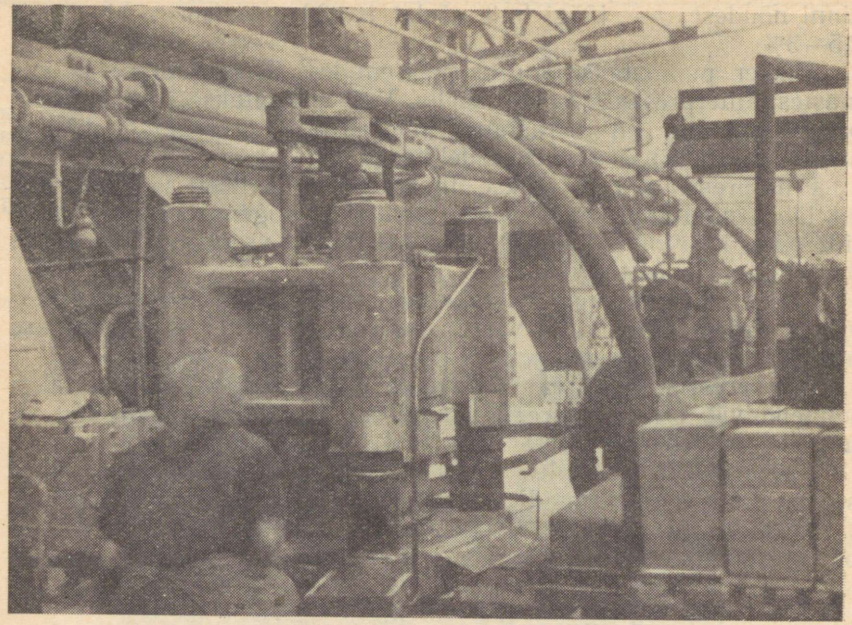
4 mm paksused plaadid pressitakse hüdraulilistel ja friktsioonpressidel. Pressimise rõhk — 230—250 kg/cm².

Väärib rõhutamist presside hea tehniline seisukord. Heas seisukorras on samuti pressvormid ja stantsid. Pressid on varustatud varuosadega. Pressimisruumis on hea ventilatsioon ja valgustus.

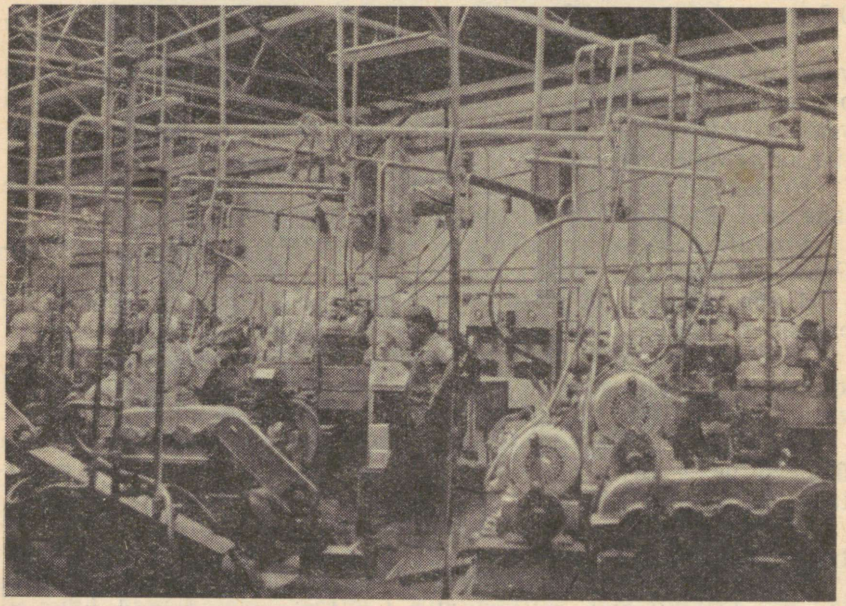
Pressitud plaadid asetatakse šamotist alus- ja vaheplaatidele üksteise peale virna, igas 36—54 plaati; iga 18 plaadi järel asetatakse vaheplaat; šamottvaheplaatide mõõted on 160×160×15 mm.

Virnad paigutatakse pressimistsehhis kas riiulitele või hälltransportööridele, mis transpordib plaadid põletustsehhi.

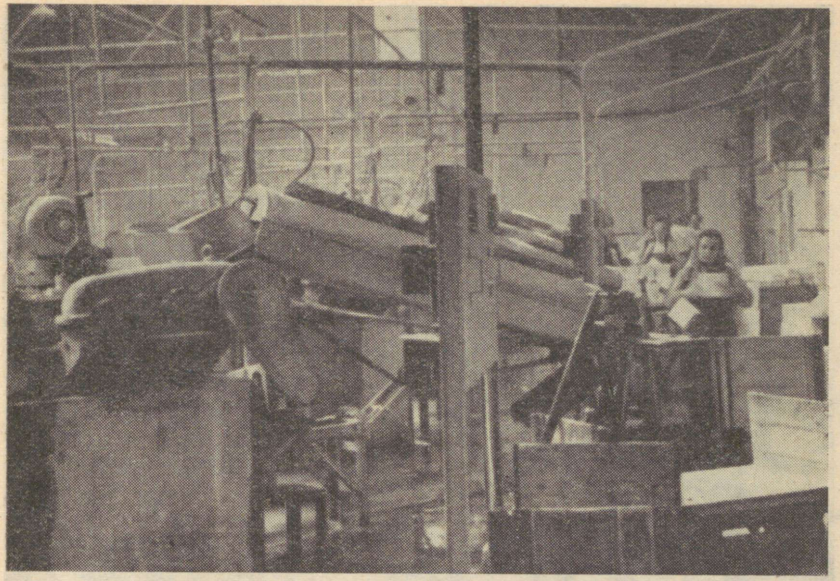
Plaatide kuivatamist kuivatis ei toimu, kuna kuivatamine ja plaatide biskviitpõletamine on ühendatud ning see toimub põletusahjus.



Joon. 135. Katteplaatide pressimise hüdrauliline press.



Joon. 136. Katteplaatide kalibreerimise tsehhi üldvaade.



Joon. 137. Katteplaatide kalibreerimise seade.

Hälltransportöörilt laotakse plaatide virnad ahjuvagonettide riiulitele.

Biskviitpõletus toimub dressler-tüüpi tunnelmuhvelahjus. Põletustemperatuur — 1280°, põletuse kestus — 90 tundi.

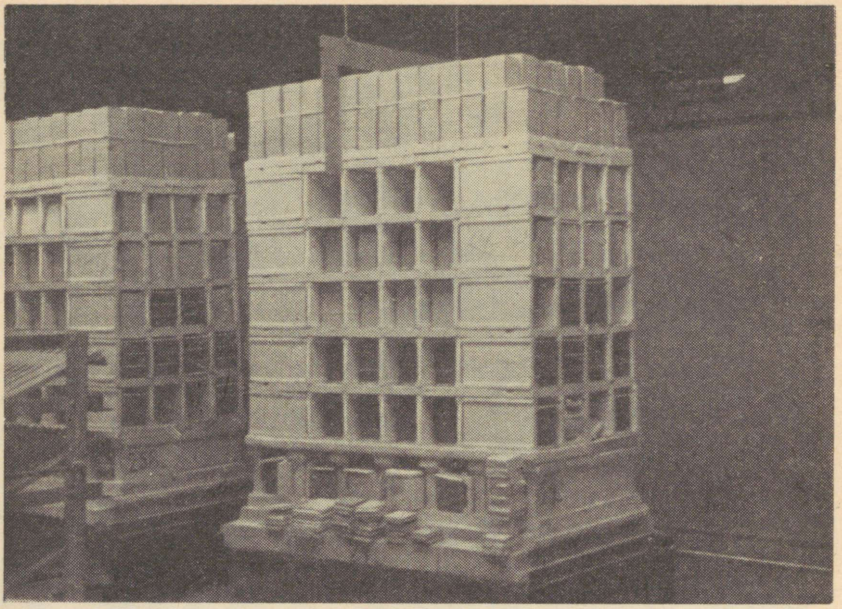
Kapslivaba biskviitpõletuse juurutamine võimaldas 35% võrra suurendada põletatavate plaatide kaalu šamott-toodete kaalu suhtes, mis on vajalikud plaatide ladumisel ahjuvagonettidele, ja tõsta ahju ruumi kasutamise koefitsienti 33% võrra. Ahi töötab puhastamata generaatorgaasil, mida saadakse pruunsöe gasifitseerimisel. Gaasi kalorsus on 1450 kcal.

Plaatide põletamisel vajalike šamott-toodete valmistamiseks kasutatakse parimaid tulekindlaid savisid. Tehastes on seadmed šamoti töötlemiseks, jahvatamiseks, fraktsioneerimiseks, kuivatamiseks ja põletamiseks.

Põletatud plaadid sorteeritakse kahte sorti. Esimese sordi plaatide hulk on 85%.

Sagedamateks defektideks on «kärnalisus» ja murdunud servad. «Kärnalised» plaadid kaetakse värviliste glasuuridega. Murdunud servadega plaatidest lõigatakse välja väiksemamõõtelised plaadid. Deformeerunud plaadid põletatakse teistkordselt. Praak biskviitpõletamisel on 10—12%.

Loetletud abinõud aitavad kaasa selleks, et kõlbliku toodangu väljatulek ulatub kuni 95%.



Joon. 138. Katteplaatide ladumine tunnelahju vagonettidel asuvatesse kassettidesse biskviitpõletuseks.

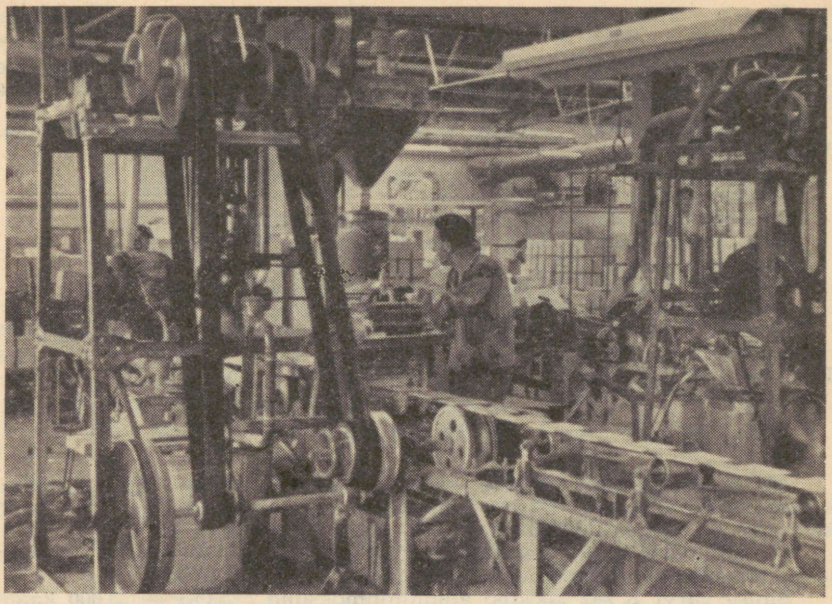
Kuna ahju põiklõikes esineb teatav temperatuuride ebaühtlus, siis omavad plaadid väikesi kõrvalekaldumisi mõõdetest. Need kõrvaldatakse kalibreerimise teel vastavates kalibreerimisautomaatides. Kalibreerimisseade kujutab endast karborundketaste süsteemi, mille vahelt plaadid läbi lastakse. Karborundkettad lihvivad plaatide otsküljed tasaseks vastavalt ettenähtud mõõdetele. Lihvimisel lisatakse ohtralt vett.

Kalibreeritud plaatide kõrvalekaldumine õigetest mõõdetest ei ületa 0,2 mm.

Pärast kalibreerimist plaadid kuivatatakse ja paigutatakse seejärel glasuurimise automaatkonveierisse (vt. joon. 139). Enne glasuuriga katmist puhastab automaat harjadega plaadi pealispinna tolmust ja niisutab plaadid glasuuri suspensiooniga (90% vett ja 5% glasuuri). Järgnevalt toimub automaadis põhioperatsioon — plaadi katmine glasuuriga pealevalamise menetlusel.

GLASUURID

Glasuurimiseks kasutatakse peamiselt frititud, läbipaistvaid boori- ja värvilisi boor-tinaglasuure. Glasuure saavad keraamikatehased keemiatehastest tsentraliseeritud korras. Tehastes endis toimub ainult saadud glasuuride järeljahvatus vajaliku peensuseni.



Joon. 139. Katteplaatide glasuurimise automaatkonveier.

Kuna Tšehhoslovakkias kasutatavad glasuurid on kõrgekvaliteedilised, toome siinkohal näidetena rea glasuuride retsepte. Algul on loetletud glasuuride ja frittide valmistamisel kasutatavad tooraained koos nende põhiomadustega. Samuti on antud värvide koostised, mida kasutatakse samade glasuuride valmistamisel. Siis tuuakse frittide koostised ja lõpuks glasuuride koostised, ära näidates, milliseid fritte, värve ja tooraineid ning millises vahekorras kasutatakse ühe või teise glasuuri saamiseks.

Toorained

Seatinamennik (Pb_3O_4); jääk sõelale 4900 auku/cm² — mitte üle 0,05%; niiskus — maksimaalselt 0,5; seatinasisaldus arvestatud PbO_2-na — minimaalselt 99%.

Boorhape (H_3BO_3), tehniline; boorhappesisaldus minimaalselt 98,5%; veesisaldus maksimaalselt 1,0%.

Kaltsineeritud sooda (Na_2CO_3), tehniline; kaltsiumkarbonaadi (Na_2CO_3) sisaldus mitte alla 98%.

Põldpagu $\left(\begin{matrix}K_2O\\Na_2O\end{matrix} \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2\right)$, keemiline koostis: SiO_2 — 66,04%; Al_2O_3 — 19,67%; Fe_2O_3 — 0,25%; CaO — 1,25%; MgO — 0,40%; K_2O — 9,38%; Na_2O — 2,77%; kuumutuskadu — 0,36%

Marmor ($CaCO_3$); keemiline koostis: CaO — 54,16%; SiO_2 — 0,87%; R_2O_3 — 1,61%; Fe_2O_3 — 0,06%; kuumutuskadu 43,11%.

Kvarts (SiO_2); keemiline koostis: SiO_2 — 98,4%; Fe_2O_3 — 0,04%; Al_2O_3 — 0,65%; TiO_2 — 0,20%; CaO — 0,10%; kuumutuskadu — 0,33%.

Kaoliin ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), uhutud, tükkides või jahvatatud; keemiline koostis: SiO_2 — 46,91%; Al_2O_3 — 34,64%; CaO — 1,28%; K_2O, Na_2O — 0,69%; kuumutuskadu 13,12 %; niiskus 3,08%.

Booraks ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$), kristalne; $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ sisaldus 98—100%.

Tinadioksüüd (SnO_2). SnO_2 sisaldus minim. 98%.

Kaoliin ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) põletatud.

Tsinkoksüüd (ZnO). Tsinkoksüüdisisaldus 98,5%.

Kaaliumsalpeeter (KNO_3). KNO_3 sisaldus üle 98,0%.

Naatriumdiuraan ($Na_2U_2O_7$). Uraan II.

Naatriumsalpeeter ($NaNO_3$). $NaNO_3$ sisaldus üle 98%.

Raudoksüüd (Fe_2O_3). Fe_2O_3 sisaldus üle 97%.

Koobaltoksüüd (Co_2O_3). Koobaltisisaldus arvestatud Co-na vähemalt 68%.

Kroomoksüüd (Cr_2O_3). Keemiline koostis: Cr_2O_3 — 99%; S — 0,01%; Fe_2O_3 — 0,50%; P — 0,02%; CuO —0,05%; C — 0,05%.

Värvid

Musta värvi K 875 koostis: raudoksüüd (Fe_2O_3) — 43,333 kaaluosa, kroomoksüüd (Cr_2O_3) — 43,333 kaaluosa, mangaanoksüüd (MnO_2) — 10,000 kaaluosa ja koobaltoksüüd (Co_2O_3) — 3,334 kaaluosa.

Kollase värvi K 962 koostis: tinadioksüüd (SnO_2) — 100,000 kaaluosa ja metavanaadiin-ammoonium (NH_4VO_3) — 4,500 kaaluosa.

Sinise värvi K 242 koostis: alumiiniumoksüüd (Al_2O_3) — 80,000 kaaluosa ja koobaltoksüüd (Co_2O_3) — 20,000 kaaluosa.

Rohekassinine K 480 koostis: kroomoksüüd (Cr_2O_3) — 68,038 kaaluosa, koobaltoksüüd (Co_2O_3) — 16,663 kaaluosa, tsinkoksüüd (ZnO) — 14,799 kaaluosa ja tahm — 0,500 kaaluosa.

Fritid

Fritt Fr 76

Keemiline koostis: CaO — 8,796%; SiO_2 — 45,892%; Al_2O_3 — 5,358%; K_2O — 0,938%; Na_2O — 2,696%; PbO — 30,856; B_2O_3 — 5,464%.

100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

marmorit	16,463 kg
põldpagu	10,426 „
kaoliini, jahvatatud	9,512 „
seatinamennikut	32,926 „
booraksit	15,548 „
kvartsi	36,829 „
	121,704 kg

Fritt Fr 77

Keemiline koostis: PbO — 23,304%; SiO_2 — 43,295%; Al_2O_3 — 3,387%; K_2O — 1,513; Na_2O — 3,356%; CaO — 9,976; B_2O_3 — 15,169%.

100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

seatinamennikut	24,787 kg
põldpagu	16,762 „
booraksit, kristalset	18,637 „
marmorit	18,750 „
kvartsi	34,200 „
boorhapet	15,825 „
	128,901 kg

Fritt Fr 95

Keemiline koostis: SiO_2 — 50,566%; Al_2O_3 — 13,00%; K_2O — 3,253%; Na_2O — 0,960%; B_2O_3 — 18,395%; CaO — 10,012%; Co_2O_3 — 4,813%.

100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

põldpagu	35,922 kg
kvartsi	21,772 „
boorhapet	33,746 „
marmorit	17,961 „
kaoliini, jahvatatud. . . .	15,074 „
koobaltoksüüdi	4,985 „
	129,400 kg

Fritt Fr 112

Keemiline koostis: PbO — 62,616%; B_2O_3 — 7,754%; SiO_2 — 11,156%; K_2O — 0,855%; Na_2O — 0,126%; Al_2O_3 — 0,953%; CaO — 16,483%; U_3O_8 — 0,057%.

100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

seatinamennikut	68,880 kg
boorhapet	14,760 „
kvartsi	8,856 „
põldpagu	4,920 „
kaaliumsalpeetrit	0,984 „
naatriumdiuraani	24,600 „
	123,000 kg

Fritt Fr 108

Keemiline koostis: PbO — 58,843%; B_2O_3 — 7,287; SiO_2 — 10,484%; Al_2O_3 — 0,896%; K_2O — 0,804%; Na_2O — 0,119%; CaO — 0,053%; Fe_2O_3 — 21,514%.

100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

seatinamennikut	63,636 kg
boorhapet	13,636 „
kvartsi	8,181 „
põldpagu	4,545 „
kaaliumsalpeetrit	0,909 „
raudoksüüdi	22,727 „
	113,634 kg

Fritt Fr 109

Keemiline koostis: PbO — 58,845%; B_2O_3 — 7,286%; SiO_2 — 10,483%; Al_2O_3 — 0,896%; K_2O — 0,403%; Na_2O — 0,518%; CaO — 0,053%; Cr_2O_3 — 21,516%.

100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

boorhapet	63,396 kg
kvartsi	13,584 „
põldpagu	8,150 „
kaaliumsalpeetrit	0,905 „
kroomoksüüdi	22,641 „
	113,204 kg

Fritt Fr 222

Keemiline koostis: SiO_2 — 53,121%; Al_2O_3 — 12,608%; B_2O_3 — 19,325%; CaO — 10,519; K_2O — 3,418%; Na_2O — 1,009%.
100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

põldpagu	37,361 kg
kvartsi	22,582 „
boorhapet	35,098 „
marmorit	18,680 „
kaoliini, jahvatatud . . .	15,678 „
	129,399 kg

Fritt Fr 467

Keemiline koostis: SiO_2 — 63,131%; Al_2O_3 — 8,769%; K_2O — 4,074%; Na_2O — 1,203%; B_2O_3 — 10,094%; CaO — 10,384%; ZnO — 2,345%.
100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

põldpagu	44,586 kg
boorhapet	18,355 „
kvartsi	35,678 „
marmorit	18,653 „
tsinkoksüüdi	2,407 „
	119,679 kg

Fritt Fr 503

Keemiline koostis: SiO_2 — 63,661%; Al_2O_3 — 5,165%; K_2O — 2,315%; Na_2O — 4,958%; CaO — 5,096%; PbO — 16,407%; ZnO — 2,398%.
100 kg friti valmistamiseks on vaja järgmisi tooraineid:

kvartsi	49,956 kg
põldpagu	25,729 „
marmorit	9,216 „
kaltsineeritud soodat . . .	7,619 „
seatinamennikut	17,511 „
tsinkoksüüdi	2,500 „
	112,531 kg

Glasuuride koostised

Läbipaistev glasuur P 16

Fritt Fr 222	91,0 kaaluosa
Kaoliin, uhutud, tükkides . . .	9,0 „
	100,0 kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm^2 — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160°C.
Termilise paisumise koefitsient — $3{,}0 \cdot 10^{-6}$.

Läbipaistev glasuur P 33

Fritt Fr 503	92,852 kaaluosa
Kaoliin, uhutud, tükkides . . .	6,963 „
Fritt Fr 95	0,185 „
	100,000 kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm^2 — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1060—1200° C.

Läbipaistev glasuur P 44

Fritt Fr 467	91,0	kaaluosa
Kaoliin, uhutud tükkides	9,0	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1200° C.
Termilise paisumise koefitsient — 4,2 · 10^{-6}.

Läbipaistev glasuur P 80

Fritt Fr 222	90,909	kaaluosa
Kaoliin, uhutud tükkides	9,091	„
Fritt Fr 95	0,200	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160° C.

Läbipaistev glasuur G 60

Fritt Fr 77	84,320	kaaluosa
Kaoliin, uhutud, tükkides	15,680	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1100—1200° C.

Läbipaistev glasuur G 64-a

Fritt Fr 76	20,018	kaaluosa
Fritt Fr 77	50,592	„
Kaoliin, uhutud, tükkides	12,368	„
Põldpagu	4,960	„
Marmor	2,000	„
Dolomiit	1,742	„
Kaoliin, põletatud	1,360	„
Kvarts	6,960	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1100—1200° C.

Sinine katteglasuur Pd 209

Fritt Fr 222	84,260	kaaluosa
Kaoliin, uhutud, tükkides	8,333	„
Tinadioksüüd (SnO_2)	2,777	„
Fritt Fr 95	4,630	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160° C.

Hall glasuur Pd 789

Fritt Fr 222	80,000	kaaluosa
Fritt Fr 109	7,000	„
Kaoliin, uhutud, tükkides	7,000	„
Tinadioksüüd (SnO_2)	6,000	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160° C.

Must glasuur Pd 825

Fritt Fr 222	84,651	kaaluosa
Kaoliin, uhutud, tükkides . . .	8,372	„
K 875	6,977	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160° C.

Väävelkollane glasuur Pd 907

Fritt Fr 222	84,260	kaaluosa
Kaoliin, uhutud, tükkides . . .	8,333	„
K 962	7,407	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160° C.

Türkiissinine glasuur Pd 214

Fritt Fr 222	85,850	kaaluosa
Kaoliin, uhutud, tükkides . . .	8,490	„
K 480	5,660	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160° C.

Türkiisroheline glasuur Pd 427

Fritt Fr 222	86,208	kaaluosa
Kaoliin, uhutud, tükkides . . .	8,587	„
Tinadioksüüd (SnO_2)	3,949	„
K 480	1,176	„
K 242	0,080	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160° C.

Kollane glasuur Pd 975

Fritt Fr 222	85,219	kaaluosa
Fritt Fr 112	1,365	„
Fritt Fr 108	2,118	„
Tinadioksüüd (SnO_2)	2,824	„
Kaoliin, uhutud, tükkides . . .	8,474	„
	100,000	kaaluosa.

Jahvatuspeensus: jääk sõelale 10 000 auku/cm² — 0,4%.
Glasuurpõletuse temperatuur — 1040—1160° C.

Iga glasuuri kohta on välja töötatud täpsed kulunormid, glasuuri ettevalmistamise menetlus jne. Värvitute glasuuride kulu ühele plaadile suurusega 150×150 mm on 8,2—8,5 g, värviliste glasuuride kulu — 20—40 g.

GLASUURPÕLETUS

Plaadid, mis on glasuuritud värvitute glasuuridega, asetatakse kapslitesse vertikaalselt koonuste ja poolikeste abil või horisontaalselt ahjuvagonettide ribiplaatide vahele.

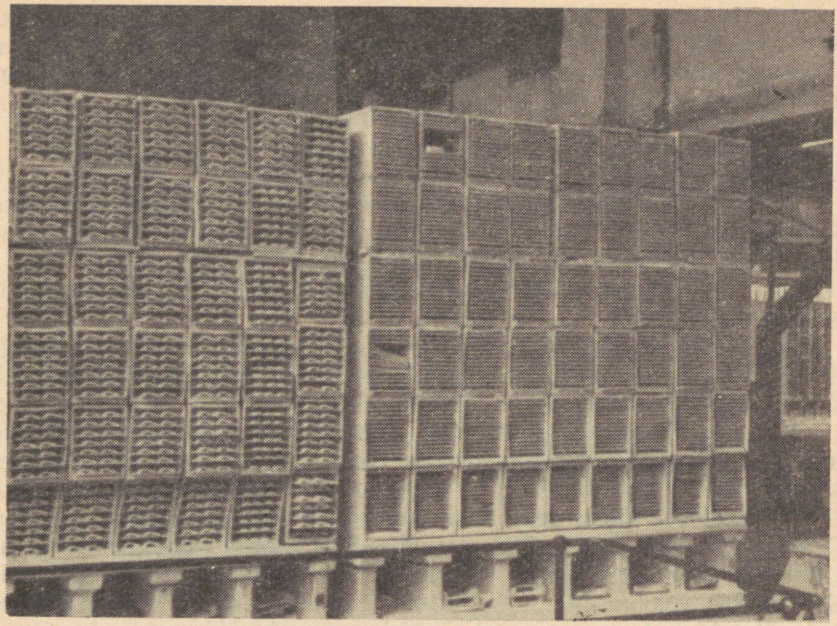
Värviliste glasuuridega kaetud plaadid asetatakse horisontaalselt kassettidesse.

Kasutatavad kassetid, nagu seda võib veenduda ka fotodelt (joon. 140, 141), on väga korrapäraste mõõdetega, mis hõlbustab nende korrapärast ladumist ahjuvagonettidele.

Käesoleval ajal on juurutatud juba kõikide glasuuritud plaatide kapslivaba põletamist. Glasuurimise konveierilt tulevad plaadid asetatakse vahetult tunnelahju vagonetil asuvatesse kassettidesse horisontaalselt. Üleminek kapslivabale põletamisele tõstis toodangu kvaliteeti — plaatide servad jäävad puhtamaks ja glasuurikiht plaatidel on ühtlasem. Samuti jäi ära töömahukas kapslite vagonettidele asetamise operatsioon. Põletusahju maht kapslivabale põletusele üleminekul on paremini ära kasutatud. Võrreldes kapslites põletamisega tõusis ahju mahu kasutamise koefitsient 20%. Samuti



Joon. 140. Kassetid katteplaatide põletamiseks.



Joon. 141. Ahjuvagonettidel asuvatesse kassettidesse glasuurpõletamiseks laotud katteplaadid.

suurenes 20% võrra põletatavate plaatide kaalu suhe plaatide ahjuvagonettidele ladumiseks vajalike šamott-toodete kaalusse.

Glasuurpõletamine toimub dressleri-tüüpi tunnelmuhvelahjudes.

Pärast glasuurpõletamist sorteeritakse ja markeeritakse plaadid konveieril kahte sorti. Kalibreerimata plaadid, mis kogu toodangust moodustavad 20—30%, sorteeritakse mõõtude järgi spetsiaalsel kalibreerimispingil (vt. joon. 137).

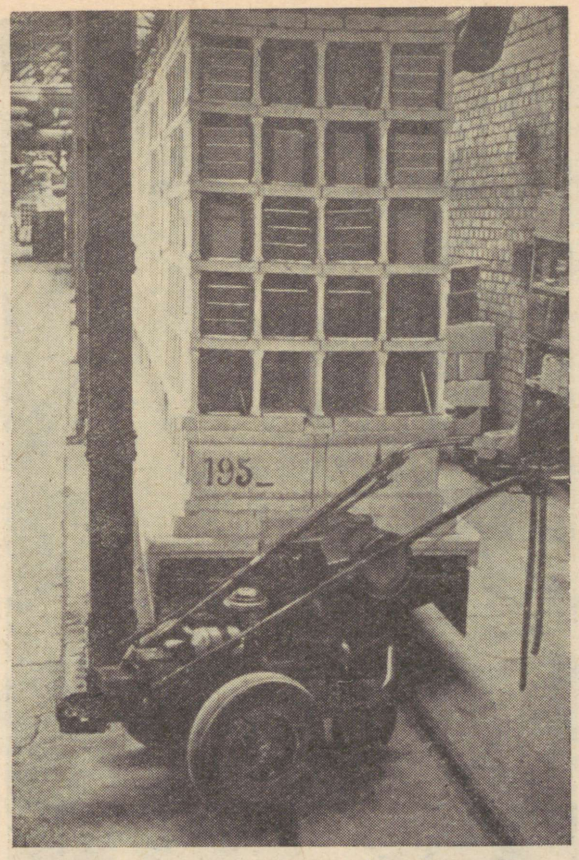
Esimese sordi väljatulek on 70%.

Praak glasuurpõletamisel on 1—2%. Praagi peamisteks tunnusteks on: karborundumipuru plaadi pinnal, «kärnalisus», rohelised laigud ja kriimustused.

Turustatav toodang on erakordse kvaliteediga. Plaatidel on täpsed geomeetrilised mõõted ning kõrgläikeline või matt glasuur. Värvid on ühtlased ja puhtad. Valgete plaatide valenduse intensiivsus Ostvaldi järgi on 90%. Plaatidel 1 m kauguselt nähtavaid defekte ei ole.

Plaatide deformatsioon on +0,40 ja —0,01 mm. Glasuuri temperatuurikindlus on 175°. Plaatide veeimavus — 18—20%.

Eksporditavad plaadid pakitakse puitkastidesse, mis on tugevdatud lintpleki või traadiga. Kodumaistele tarbijatele väljastatavad plaadid on pakitud lainepapist pakendisse.



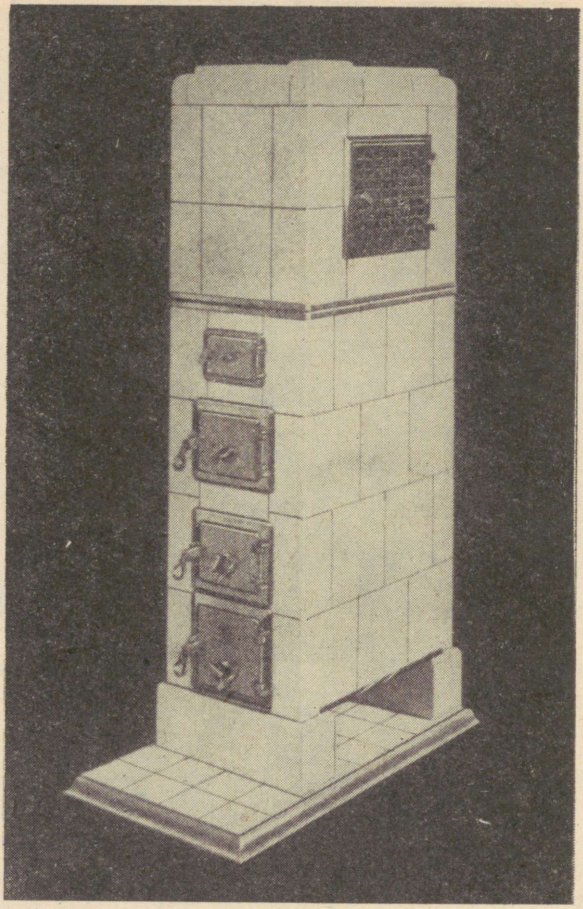
Joon. 142. Seade vagonettide tõukamiseks.

Värvilised plaadid mähitakse kahe- (I sort) või neljakaupa (II sort) paberisse.

VI. KANTAVAD AHJUD

«Horni Bržiza» keraamikatehases, kus toodetakse põhiliselt siseseinte ja välisseinte katteplaate ning glasuuritud kahleid, on tsehh, kus valmistatakse kantavaid kahhelahjusid. Neist uusim tüüp on kujutatud joonisel 143 ja üks varemaid tüüpe joonisel 144.

Ahi tüüp HB 2054 (vt. joon. 143 ja 145) ühendab üheaegselt nii kahhelahju kui metallahju positiivseid omadusi. Välimuselt on see plaatidest, ümarate nurkadega ahi ilus, teda on kerge puhastada, samuti lihtne monteerida. Kohe pärast kütmist hakkab ahi sooja andma, tänu ülemisele ja alumisele metallplaadile. Ahju küttepinnad ei muutu aga üleliia tuliseks, hõõguvaks, nagu metallahju juures.

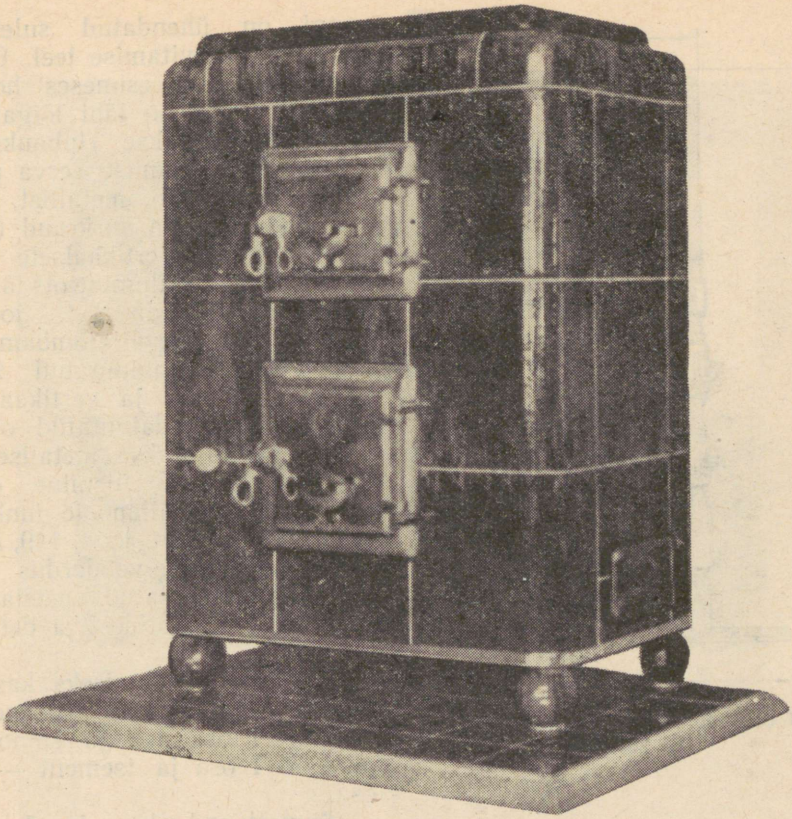


Joon. 143. Kantav kahhelahi, tüüp HB 2054.

Pärast kütmise lõpetamist ei jahtu ahi kohe ära, sest ta omab küllaldase soojamahtuvuse, et säilitada mõnda aega oma temperatuuri ja soojendada ruumi, kus ta asub.

Ahju kõik pinnad on otseselt kuumendatavad suitsugaaside poolt. See on saavutatud suitsulõõride otstarbekohase paigutusega. Ahju põhi koosneb 2 mm paksusest terasplekkplaadist, mis on seestpoolt kaitstud šamotist vooderdusplaatidega. Suitsugaasid soojendavad seega ka ahju põhja, mis annab soojust edasi.

Ahju pealmine osa on kaetud malmist keeduplaadiga, mille peale on asetatud eemaldatav, kahest osast koosnev, keraamiline, glasuuriga kaetud võreplaat. Kui ahju keeduplaati ei kasutata, on

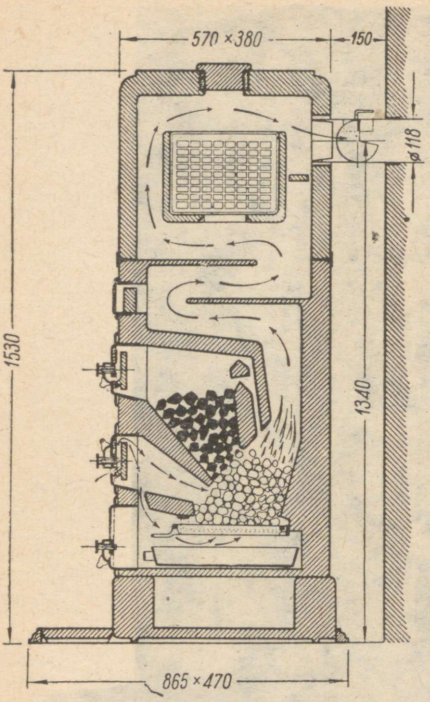


Joon. 144. Kantav kahhelahi, tüüp HB 3701-K.

malmplaat kaetud keraamilise võrega. Keeduplaadi kasutamisel eemaldatakse keraamiline kattevõre.

Ahju seinad on valmistatud glasuuritud kahlitest, mis on põletatud üle 1000° temperatuuri juures. Ahju valmistamiseks kasutatavate kahlite domineerivaks värvuseks on pruun, ühtlaste heledamate värvitriipudega (vt. värvus 421, joon. nr. 146). Pruun värvus annab ahjule hubase, sooja tooni. Varem laialdaselt kasutatud valge glasuuriga kahlitest ahjud ei sobi alati elutuppa, kuna valge kahhel annab külma, vannitoaliku ilme. Eriti sobimatu on valge kahhel kantavateks väikeahjudeks, milledel on suhteliselt suured ahju külgpinda katvad musta värvusega ahjuuksed.

Tugevuse andmiseks on ahjudel väljastpoolt nähtamatu, kahlite vuukidesse peidetud sõrestik, mis on valmistatud 3 mm terastraadist. Traatsõrestik koosneb kaheksast kahlite vertikaalvuukides asuvast vertikaalvardast (igal ahjuküljel 2 varrast) ja kolmest horisontaalsetes kahlivuukides asuvast rangist (vt. joon. 149, *c*). Kaks



Joon. 145. Kantava kahhelahju HB 2054 lõige.

rangi on ühendatud suletud rangideks keevitamise teel. Üks rang, mis asub esimeses horisontaalvuugis, on läbi lõigatud ahju alumise ukse (tuhaukse) kohalt. Ahju alumise serva püsivust kindlustab metallist, nikeldatud 2×2 cm nurkraud (vt. joon. 149, *a*). Vertikaalsete armatuurtraatide alumine ots läbib ahju põhjaplaadi (vt. joon. 149, *b*) ja on väljatõmbamise takistamiseks painutatud 90° all. Põhjaplaadi ja vertikaalse armatuurtraadi painutatud otsa vahele paigutatakse metallseib. Vertikaalvarraste ülemine ots on painutatud allapoole ümber ülemise rangi (vt. joon. 149, *d*).

Ahju sisemine vooderdus ja kolle on valmistatud spetsiaalsetest šamottplaatidest ja detailidest.

Kahlite ühendamiseks kasutatakse mörti, mis koosneb: savi — 1 osa, liiv ja šamottpuru — 1 osa ja tsement — 1 osa.

Šamottvooderduse ja detailide sidumisel kasutatakse šamottmörti.

Ahju kolle on varustatud tasapinnalise malmrestiga. Läbi resti variseva tuha eemaldamiseks on ahjus plekist tuhanõu, mis tõmmatakse tuha eemaldamisel ahjust välja.

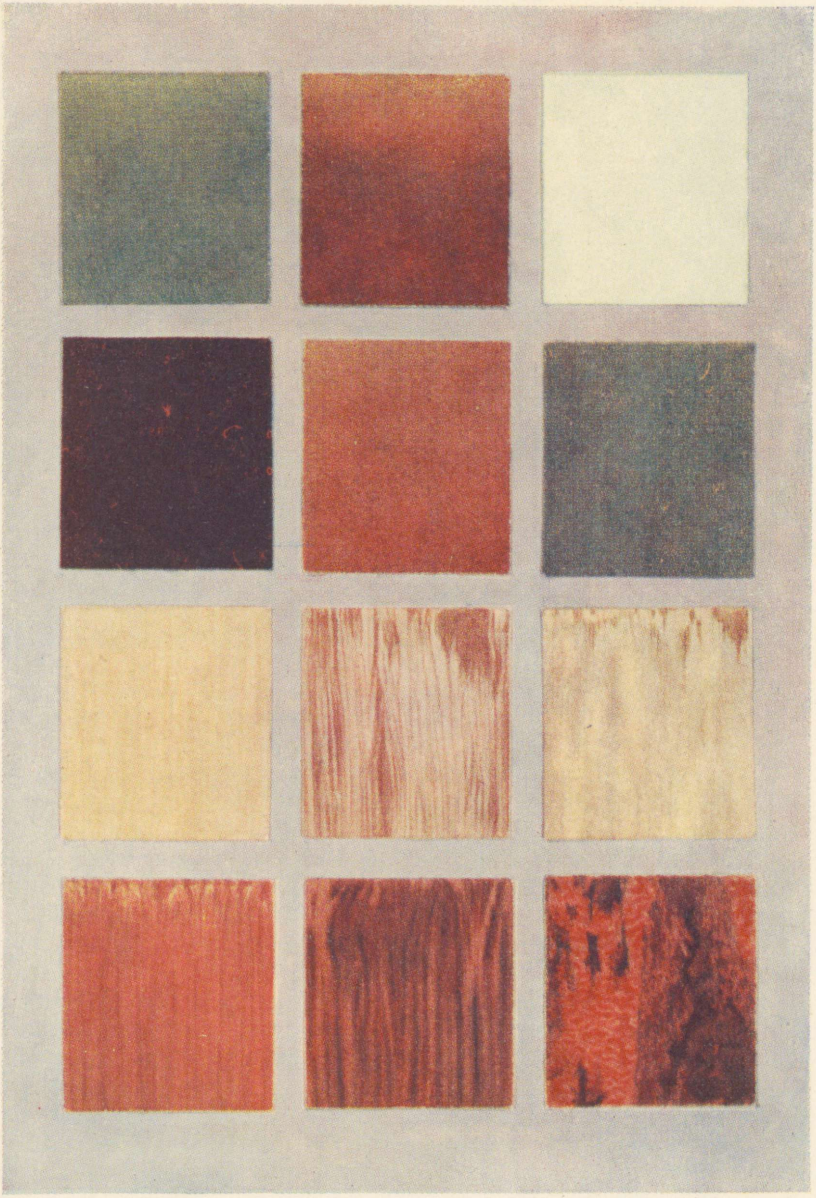
Suitsulõõri koguneva tahma eemaldamiseks on ahju põhjas asuvas lõõris ava, mis suletakse keraamilise, glasuuriga kaetud plaadiga.

Suitsugaasid väljuvad läbi metalltoru, mille lahtioleku astet, seega ahju tõmmet, saab reguleerida vastava siibriga.

Suitsugaaside laskmiseks otse korstnasse on ahi varustatud šamottsiibriga, mis sel puhul avatakse.

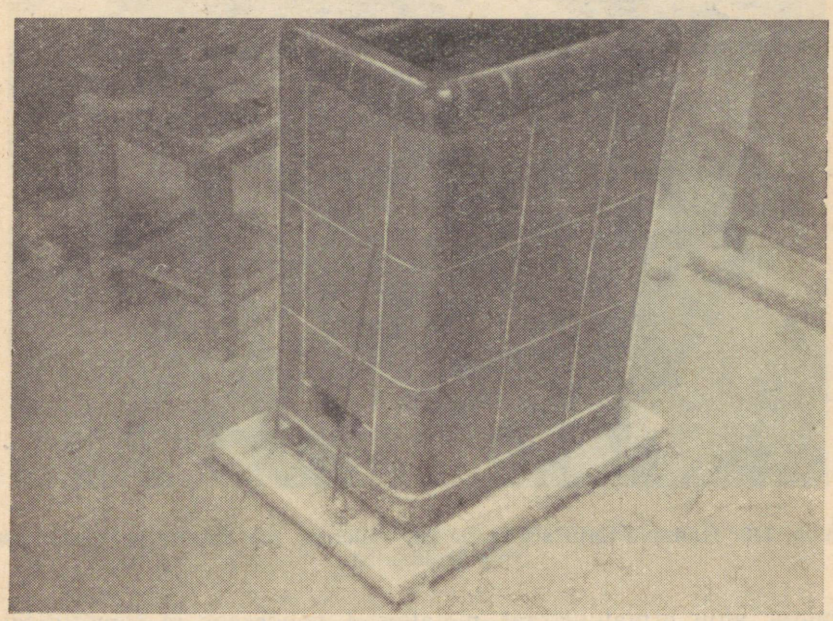
Ahjul on kaks malmust, mis hästi tihedalt sulguvad. Ülemine uks on ette nähtud kütuse sisseandmiseks, alumine tuha eemaldamiseks. Õhu juurdeandmist reguleeritakse ustes olevate avade lahtioleku astme reguleerimisega.

Ahi on varustatud nelja keraamilise, glasuuriga kaetud jalaga, mille läbimõõt on 10 cm. Jalg koosneb keraamilisest kestast ja seda läbivast metallpoldist, mis omavahel seotakse tsemendiseguga. Polt on kinnitatud ahju metallpõhja külge mutriga.



Joon. 146. Kahlite värvused.

Ahi paigaldatakse keraamilistest katteplaatidest alusele, mis kaitseb põrandat. Keraamilistest katteplaatidest alus ääristatakse puitliistuga, mis lüüakse kinni põranda külge.



Joon. 147. Kantav kahhelahi valmistamisstaadiumis. Ahju kahlitest välisseinad on kohale laotud.

Ahjus võib kütusena kasutada sobiva terasuurusega (12—60 mm) pruun- ja kivisütt, koksi, antratsiiti, briketti ja puitu. Ühe ahjutäitega võib kütmise eeskirjadest kinnipidamisel tuld hoida ahjus 12 tundi, millise aja jooksul ahi annab tugevasti sooja.

Ahjus on võimalik kütust hästi ära kasutada. Ahju kasutegur prooviküttmise andmete põhjal ulatub 75—80%-ni.

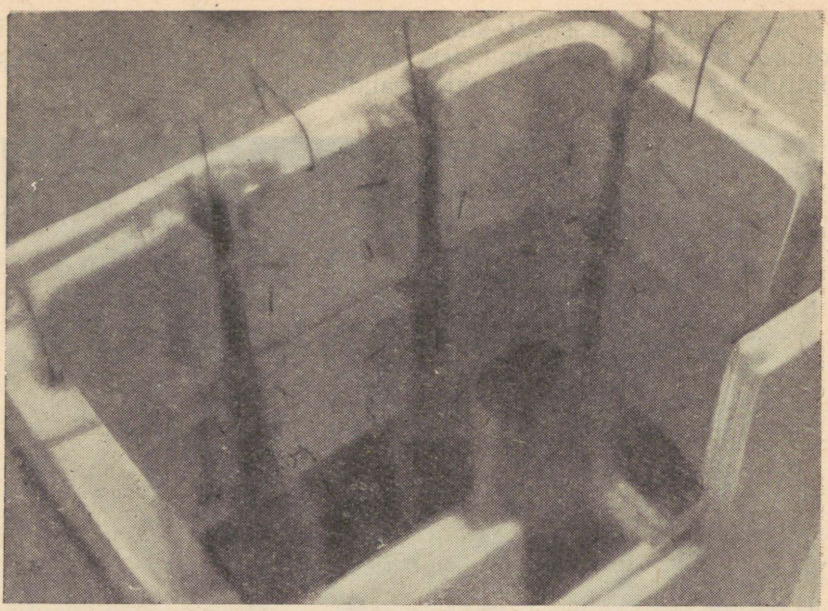
Kestval, järelevalveta kütmisel kasutatakse paakumatuid kivisöe, pruunsöe ja briketi liike. Katkeva kütmise korral võib kasutada kõiki tavalisi tahkekütuse liike, mida normaalselt majapidamises kasutatakse. Sel juhul lisatakse kütust ahju väikestes annustes.

Ahju küttepinna suurus on 1,7 m^2 ja nominaalne tootlikkus 3400 kcal/tunnis.

Ahi suudab normaalselt soojendada 60—120 m^3 mahuga ruumi. Siinjuures tuleb arvestada, et soojendatava ruumi mahu näitaja on antud Tšehhoslovakkia klimaatilise vööndi kohta. Tšehhoslovakkia kliima, võrreldes Eesti NSV kliimaga, on tunduvalt pehmem.

Ahju kaal koos taaraga on 250 kg, sellest ahi 166 kg ja keraamiline alusplaat 24 kg.

Ahju ladumine toimub vastavas tsehhis, kuhu tuuakse kohale



Joon. 148. Kantava ahju sisevaade enne ülemise rea kahlite ja vooderduse paigaldamist.

kahlid, ahju armatuurtraat, metallosad, vooderdus ja šamottdetailid. Ahju ladumiseks kasutatavad kahlid, nagu kõik tehases valmistatavad kahlid, on vastavates masinates kalibreeritud, seetõttu pole ahju ladumisel vaja äärte lihvimist, nagu seda tehakse meil. Ahju laotakse puitlaudadest valmistatud alusel, mis on ahju põhja pindalast veidi suurem (vt. joon. 147).

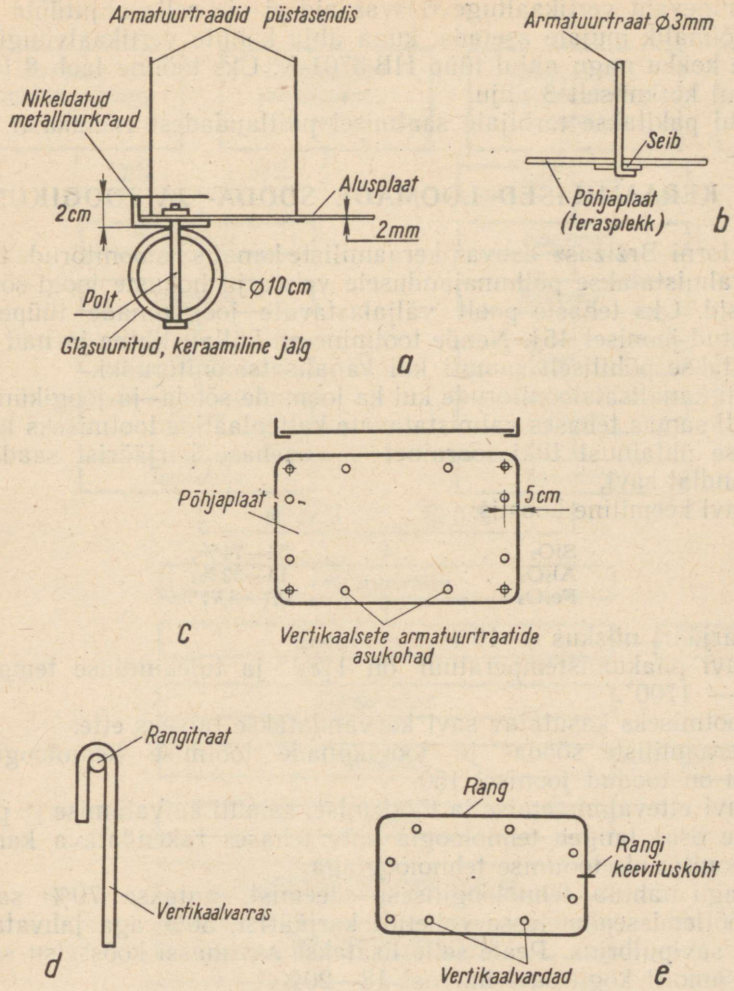
Esialgu kinnitatakse nikeldatud äärenurkrauaga varustatud metallpõhjale neli ahju jalga. Ahju alumise serva metallosade kinnitusviis on näidatud joonisel 149, *a*. Jalg ühendatakse põhjaga poldi ja mutri abil.

Pärast jalgade kinnitamist asetatakse kohale ahju metallsõrestiku vertikaalvardad.

Metallplekist põhjaplaadile laotakse esimene rida glasuuritud kahleid, mis ühendatakse omavahel põletatud raudtraadiga. Kahlite sidumiseks kasutatakse mörti, mis on valmistatud 1 osast savist, 1 osast liiva-šamoti segust ja 1 osast portlandtsemendist. Kahlid laotakse selliselt, et nendevahelised vertikaalvuugid asuksid kohastikku. Pärast iga rea kahlite ladumist paigutatakse kohale horisontaalsed rangid. Kõik rangid asuvad väljaspool vertikaalseid vardaid (vt. joon. 149, *c*).

Ahju metalluksed ja suitsutoru koos siibriga asetatakse kohale ahju kahlitest välisseinte müürimisel.

Pärast seinte ladumist jäetakse ahi kolmeks päevaks seisma,



Joon. 149. Ahju HB 2054 konstruktsiooni selgitavaid detaile.

a — ahju jala kinnitusdetail; *b* — vertikaalvarda kinnitus põhjaplaadiga; *c* — vertikaalvarraste paigutus plaanis; *d* — vertikaalvarda ühendusdetail ülemise rangiga; *e* — rangi paigutus vertikaalvarraste ümber.

mille jooksul toimub mördi tardumine. Tardumiseks viiakse ahi teise, ladumistsehhi kõrval asuvasse ruumi.

Pärast tardumist pannakse kohale ahju šamottvooderdus ja sisemised detailid, mis seotakse šamottmördiga.

Viimasena müüritakse kohale ahju pealmine malmplaat, mis koosneb kahest osast.

Suurem kantav ahi, mis on kujutatud joonisel 143, omab ainult horisontaalsed rangid. Vertikaalsed tugevdusvardad on paigutatud ainult kokkulangevatesse vertikaalvuukidesse ahju uste kõrval.

Läbiminevaid vertikaaltugevdusvardaid ei ole selle ahjutüübi juures võimalik mujale asetada, kuna ahju kahlite vertikaalvuugid ei lange kokku nagu ahjul tüüp HB 3701-K. Üks tööline laob 8 tunni jooksul keskmiselt 3 ahju.

Ahi pakitakse tarbijale saatmisel puitlaudadest raamkasti.

VII. KERAAMILISED LOOMADE SÖÖDA- JA JOOGIKÜNAD

«Horni Bržizas» asuvas keraamiliste kanalisatsioonitorude tehases valmistatakse põllumajandusele veiste ja hobuste joogi-söödakünasid. Üks tehaste poolt väljalastavate joogikünade tüüpe on näidatud joonisel 151. Nende tootmine on küllalt lihtne ja nad valmistatakse põhiliselt samuti kui kanalisatsioonitorudki.

Nii kanalisatsioonitorude kui ka loomade sööda- ja joogikünade, samuti samas tehases valmistatavate katteplaatide tootmiseks kasutatakse ühtainust liiki toorainet — tehase karjäärist saadavat tulekindlat savi.

Savi keemiline koostis:

SiO_2	54—74%,
Al_2O_3	14—32%,
Fe_2O_3	0,7—4,71%.

Karjääri niiskus — 16%.

Savi paakumistemperatuur on 1180° ja tulekindluse temperatuur — 1700°.

Tootmiseks kasutatav savi kaevandatakse talveks ette.

Keraamiliste sööda- ja joogikünade tootmise tehnoloogiline skeem on toodud joonisel 150.

Savi ettevalmistamise ja töötlemise, samuti kuivatamise ja põletamise osas langeb tehnoloogia ühte tehases rakendatava kanalisatsioonitorude tootmise tehnoloogiaga.

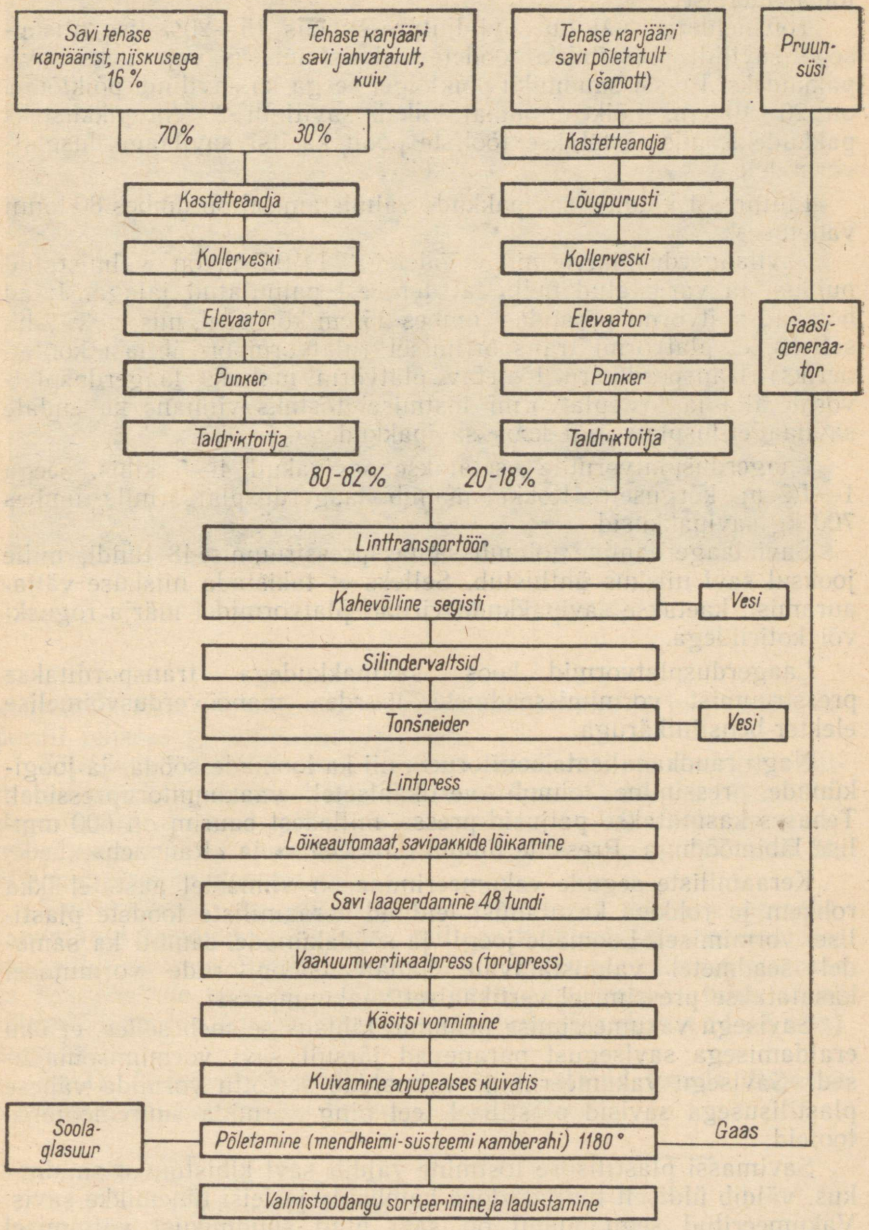
Nagu nähtub tehnoloogilisest skeemist, antakse 70% savist savitöötlemisseadmetesse vahetult karjäärist, 30% aga jahvatatud kuiva savipulbrina. Peale selle lisatakse savimassi koosseisu sama savi šamotti kogu savi hulgast 18—20%.

Kuiva savipuru juurdelisamine niiskele savile kindlustab kollerveskist savipuru saamise, mille niiskus on 8%. Seda savipuru, nagu nähtub tehnoloogilisest skeemist, on võimalik transportida elevaatoritega ja säilitada punkrites. Poolkuiv savipuru võimaldab savi ja šamotti täpselt doseerida taldrik-toitjaga ning segada.

Savi purustamine, peenestamine ja segamine toimub kollerveskis, millel on perforeeritud põhi. Allapoole laienevate põhjapilude laius ülal on 3 mm ja all 6 mm.

Šamottpuru saadakse šamoti eelneva purustamisega lõugpurustis ja järgneva peenestamisega kuivkollerveskis. Šamoti terade suurus pärast peenestamist ei ületa 1—1,5 mm.

Horisontaalses kahe võlliga savisegistis, kus savile lisatakse ka vett, toimub savi ja šamoti segamine veega.



Joon. 150. Keraamiliste söödakünade tootmise tehnoloogiline skeem.

Savisegistist valgub plastiline savimass savivaltsidesse, sealt tonšneiderisse.

Tonšneiderist valgub savi lintpressi, kus 15—20%-lise niiskusega savilint pressitakse toodete valmistamiseks vajalikeks savipakkudeks. Pressi suudmiku põiklõige, seega ka savilindi põiklõige, on 20×10 cm. Lõikeautomaat lõikab savilindi 20 cm pikkusteks pakkudeks, mis tõstetakse tööliste poolt käsitsi savilaagerdusplatvormidele.

Lintpressi jõudlus savipakkude valmistamisel on umbes 80 tonni vahetuses.

Savilaagerdusplatvormid mõõdetega 1×0,7 m on valmistatud puidust ja varustatud nelja latt-terasest painutatud jalaga. Jalad hoiavad platvormi põrandast umbes 25 cm kõrgusel, mis on vajalik selleks, et platvormi transportimisel (platvorm on ühtlasi konteineriks) transpordikäru tõstetav platvorm mahuks laagerdusplatvormi alla ja tõsteplatvormi tõstmisel tõstaks viimane ka endale savilaagerdusplatvormi koos savipakkudega.

Laagerdusplatvormile asetatakse savipakud 4—5 kihis, seega 1—1,2 m kõrguselt. Kokku mahub laagerdusplatvormile umbes 700 kg savipakkusid.

Savi laagerdamine toimub samas pressiruumis 48 tundi, mille jooksul savi niiskus ühtlustub. Selleks et takistada niiskuse väljaauramist, kaetakse savipakkude virnad platvormidel märja roguski või kotiriidega.

Laagerdusplatvormid koos savipakkudega transporditakse pressiruumist vormimisseadmete juurde manööverdusvõimelise elekter-bensiinikäruga.

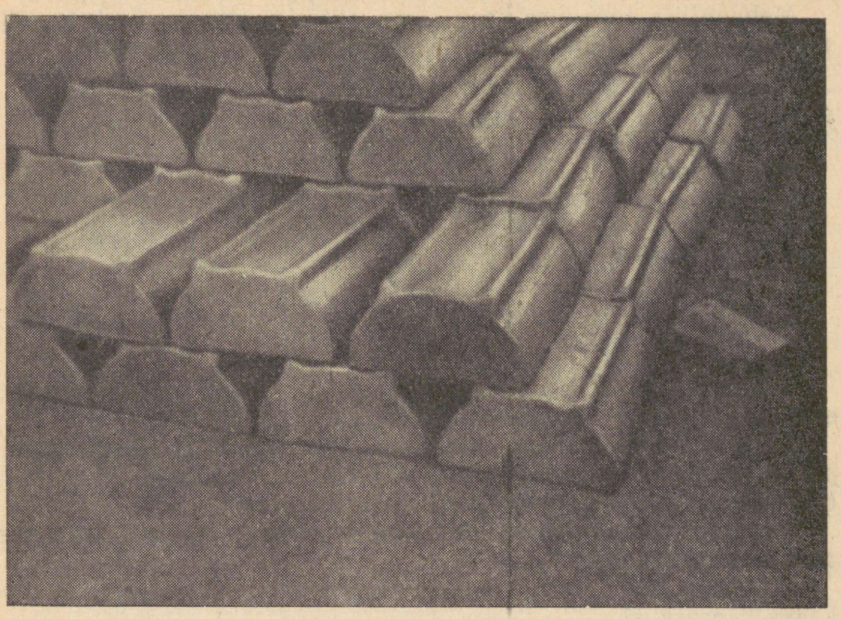
Nagu raudkanalisatsioonitorude, nii ka loomade sööda- ja joogikünade pressimine toimub vertikaalsetel vaakuumtorupressidel. Tehases kasutatakse paljusid presse, milledest suurim on 600 mm-lise läbimõõduga. Presside tüübid on «Kema» ja «Raupach».

Keraamiliste segude vakumeerimine on viimastel aastatel ikka rohkem ja rohkem kasutamist leidnud keraamiliste toodete plastilisel vormimisel. Loomade joogi- ja söödakünade, samuti ka samadel seadmetel valmistatavate kanalisatsioonitorude vormimisel kasutatakse pressimisel vertikaalset vaakuumpressi.

Savisegu vakumeerimise peamine tähtsus seisneb selles, et õhu eraldamisega savisegust paranevad järsult savi vormimisomadused. Savisegu vakumeerimine võimaldab seetõttu vormida vähese plastilisusega savisid plastilisel teel ning vormida suuremõõtelisi tooteid.

Savimassi plastilisuse tõstmine väldib savi kihistumist suudmikus, väldib üldiselt tuntud «lohe hambaid» ja teisi tühemikke savis. Vakumeeritud segu puhul on savi pind suudmikust väljumisel siledam.

Vakumeerimisel tõuseb valmistoodete mehaaniline tugevus ja külmakindlus, kuid samuti savitoodete tugevus, mis on oluline eriti



Joon. 151. Keraamilised söödakünad.

suuremõõteliste toodete, nagu kanalisatsioonitorude jne. sisetranspordil tehases (pressilt kuivatitesse).

Täielikult kaovad vormitud tootes põied, mis on peaaegu vältimatud torude pressimisel ilma vakumeerimata. Väikeste läbimõõtudega torudel kaovad põied juba vaakuumil 250—300 mm elavhõbedasammast ja suure läbimõõduga torude juures vaakuumil üle 500 mm elavhõbedasammast.

Suuremõõtelisi torusid võib vakumeerimisel vormida peeneksjahvatatud šamotist (1—3 mm), millega kindlustatakse keraamilise monoliidi suurem tihedus, mehaaniline tugevus, väiksem poorsus ja hea pindade siledus. Vakumeerimata savimassist tuleb suure läbimõõduga torude valmistamisel kasutada jämedamat (4—5 mm) šamotti.

H. D. Abramovitši andmeil kasvab põletatud torude tugevus vaakuumi suurenemisega keskmiselt järgmiselt:

Vaakuumi suurus mm elavhõbedasammast	Tugevuse kasv %
250—300	13,4
450—500	30,5
500—600	44,6

Mehaanilise tugevuse kasv sama autori andmeil sõltub kanalisatsioonitorude läbimõõdust ja vakumeerimisest järgmiselt:

Torude läbimõõt mm	Mehaanilise tugevuse kasv %-ides, olenevalt vaakuumist		
	250—300 mm elavhõbeda-sammast	450—500 mm elavhõbeda-sammast	600—625 mm elavhõbeda-sammast
100	40,3	58,9	66,6
600	0	4,0	19,7

Viimasest tabelist nähtub, et tugevus tõuseb vakumeerimisel eriti märgatavalt väiksema läbimõõduga torudel.

Põletatud torude massi veeimavus 100 mm läbimõõduga torude juures savimassi vakumeerimisel väheneb 4,6%-lt kuni 3,04%-le ja 600 mm läbimõõduga torudel 6,37%-lt 5,37%-le.

Vakumeerimisel torude kihistumine peaaegu kaob, paakumistemperatuur alaneb.

Vakumeeritud savist valmistatud torude kuivatamine ei too kaasa lisaraskusi.

Kuna keraamilise massi vakumeerimine on kaasaja keraamikatööstuses üks moodsamaid võtteid, on järgnevalt sellel lähemalt peatatud. On vaadeldud vakumeerimise mõju savi plastilisusele, tursumisele, kahanemisele, kuivamisele ja põletamisele, kuivamise kiirusele, veeimavusele ja toodete tugevusele.

Plastilisuse all mõistetakse savimassi omadust välise koormatuse mõjul deformeeruda ilma purunemata või pragunemata ning pärast väliskoormatuse kadumist säilitada selle poolt tekitatud deformatsiooni.

Ideaalne plastiline deformatsioon väliskoormatuse mõjul on seotud ainult kuju muutusega, deformatsiooniga, mitte aga mahu muutusega. Praktiliselt esineb savimasside deformeerimisel ka savi tihenemine, s. o. plastiline deformatsioon, millega kaasneb savimassi üldmahu muutumine. Ainult siis võib täheldada savimassi mahu konstantseks jäämist, kui savi on paljukordselt tihendatud ja sõtkutud ning välisjõud, mis talle rakendatakse, ei ületa savi tihendamisel rakendatud jõudusid.

Vakumeerimine kutsub esile savi eelneva tihendamise, eriti kui rakendatakse kõrget vaakuumi — üle 700 mm elavhõbedasammast. Tihendamine tekib savimassi läbisurumisel pressi vaakuumkambri restist, kuid samuti saviosakeste üksteisele lähenemise tõttu õhu väljumisel segust.

Keraamilise massi plastiline deformatsioon algab siis, kui väliskoormuse suurus ületab teatava kriitilise piiri. Jõu juures, mis on väiksem kui mainitud kriitiline koormus, savimassi plastilist deformatsiooni ei toimu. Esineb ainult elastne deformatsioon. Kuid

kriitilise koormuse ületamisel hakkab savimass järgi andma, temas tekivad plastilised kujumuudatused, savi hakkab voolama.

Keraamiliste masside plastilisus on tingitud veekile olemasolust kõvade saviosade ümber, mis vähendab saviosakestevahelist hõõrdumist ja soodustab nende omavahelist libisemist. Veekile määrdetoime efektiivsus on mitmesugune ja oleneb kolloidide, elektrolüütide ja õhu olemasolust savimassis.

Tigupressides mõjub saviosakestele savi väljasurumisel pressi suudmikust pressi tigu ja suudmiku takistus, samuti suudmikust väljuva savilindi sisehõõrumise jõud. Plastilisuse tõttu alluvad savimassi osad plastilisele kujumuutusele, voolavad üksteise suhtes, ühinevad, liibuvad, moodustades selle tulemusel monoliitse savimassi. Üksikute saviosakeste kleepuvus, savimassi taasmonoliitseerimiseks vajalik jõud ning aeg iseloomustavad praktiliselt savimassi vormitavust.

Kõige lihtsamalt võib savimassi vormitavuse paranemise olemust vakumeerimisel seletada asjaoluga, et õhumullikesed, mis asuvad savis, eemaldatakse, mille tulemusel savimassi osakesi võib kergesti lähendada üksteisele. Saviosakeste lähendamisel üksteisele tõuseb savimassi siduvus ja tugevus plastilises olukorras.

Uusimate seisukohtade järgi on keraamiliste masside plastilisus ja vormitavus füüsikalis-keemilise reaktsiooni tulemus vee- ja saviosakeste pindade vahel. Nende reaktsioonide kiirus kasvab kiiresti, kui vesi esineb auruna. Arvesse võttes, et hõrenduse suurendamisel alaneb vee aurustumistemperatuur, eeldatakse, et savimassi vormitavuse paranemist vakumeerimisel põhjustab veeauru hulga suurenemine savimassis.

Kui savimass omandab lühikese aja jooksul suure plastilisuse ja vormitavuse veeauru rõhu juures üks atmosfäär, nagu see toimub vaakuumpressides, siis võiks arvata, et sama tulemuse võib saavutada väiksema veeauru rõhu juures, kuid hoopis pikema aja vältel.

Savimassi vormitavuse paranemist pika laagerdamise tulemusel seletati varem mikroorganismide toimena.

Kaasajal on see seisukoht tunnistatud ebaõigeks. Praeguste seisukohtade järgi on vormitavuse paranemise põhjuseks savimassi niiskuse ühtlustumine.

Vakumeerimine suurendab savi tursumisvõimet, mis, nagu selgub allpool, toob kaasa savi vormitavuse paranemise. Kuiva savi niisutamisel hakkab selle maht suurenema, savi tursub. Vesi märgab kõigepealt savitüki pinnapealsed kihid, mille järel niiskus tungib aegamööda savi sisemistesse kihtidesse. Savi poorides olev õhk surutakse osalt vee poolt välja, osa aga jääb pooridesse. Pooridesse jääv õhk on takistuseks vee sissetungimisel savisse. Mida suurem on savi esialgne niiskus, seda väiksem on kapillaarrõhk, mille toimel vesi tungib savi sisse.

Peendisperssed savid, omades suure osakeste eripinna, suudavad vastu võtta rohkem vett kui jämedamatest osakestest koosnev

savi, mistõttu esimeste tursumine on suurem kui viimastel. Tugevalt liivased savid üldse ei tursu. Montmorilloniit, savi tähtsamaid mineraale, omab suure tursumisvõime. Mahu suurenemine ei toimu mitte ainult montmorilloniidi kristallide jagunemise arvel vee toimel, vaid ka kristallide endi tursumise arvel. Tursumise suurus sõltub samuti vees olevatest elektrolüütidest. Savi tursumine kutsub esile osakeste struktuuri lagunemise, mis suurendab savi disperssust. Tursumise jõud ja suurus, seega savi disperssuse suurenemine, on proportsionaalne välisjõu suurusega ja saviaine hulgaga.

P. Budorikov ja J. Alperovitš uurisid vakumeerimise mõju savide tursumise nähtele mitmete savide juures ja tulid järeldustele, et peendisperssete kui ka jämedisperssete savide vakumeerimine suurendab nende tursumist. See sünnib süsteemi hüdrofiilsuse tõstmise arvel, mis saavutatakse vee sissetungimist takistava adsorbeeritud ja mikrodispersse õhu eemaldamisega savi vakumeerimisel, samuti vedela faasi voolavuse tõstmise arvel, mis saadakse makrodispersse õhu eemaldamisega vakumeerimisel.

Järelikult, tõstes vakumeerimisel savide tursumisvõimet, tõstetakse samuti süsteemi disperssust ja parandatava savi vormitavust.

Savi kahanemine kuivamisel on teataval määral vastupidine savi tursumise protsessile.

Kuivatatava savitoote mahu vähenemine vee väljakuivatamisel sünnib saviosakeste üksteisele lähenemise tõttu osakeste vahel oleva vee kapillaarjõudude mõjul.

Savitoote kahanemine sõltub suuresti selle granulomeetrilisest ja mineraloogilisest koostisest. Peendisperssed savid, omades suure osakeste eripinna, seovad rohkem vett tursumisel ja segu valmistamisel ning omavad eranditult suurema kahanemise.

Savi kahanemine kuivamisel on proportsionaalne veehulgale, mis aurab välja kuni teatava piirini, millest alates kahanemine katkeb, kuigi vee eraldumine jätkub. Savi kahanemine jaotatakse paljude autorite poolt kolme perioodi.

Esimeses perioodis on toote mahu vähenemine proportsionaalne väljaaurutatava vee hulgale. Seejuures eeldatakse, et kõik poorid saviosade vahel on veega täidetud.

Teises perioodis on savi mahulise kahanemise suurus väiksem väljaaurutatava vee mahust, kusjuures loetakse, et vee väljaauramisel jäävad savisse poorid. Kolmandas kuivamise perioodis kahanemist ei esine. Vee väljaauramisel suurenevad ainult poorid saviosakeste vahel.

Selline ettekujutus peab paika seni, kuni ei ole vaja arvesse võtta õhusisalduse mõju. Vakumeerimisel, s. o. õhu eemaldamisel savist, suureneb eriti peendisperssete savide juures adsorbeeritud vee hulk kapillaarse vee arvel. Adsorbeeritud vee eraldamine ei too kaasa savi kahanemist. Järelikult, nagu seda näitavad katsed, on vakumeeritud savist toote kahanemine väiksem kui sama vakumeerimata savist toote puhul. Mida peendisperssem on savi, seda suurem on erinevus, mida jämedisperssem on savi, seda väiksem.

Suure vaakuumi korral savide kuivamise kiirus, nagu näitavad P. Budorikovi ja I. Alperovitši poolt läbiviidud vastavad uurimised, veidi väheneb.

Mainitud uurijad tulid järeldusele, et savi kuivamise järsk langus algab vakumeeritud savil suurema niiskuse juures kui vakumeerimata savil, millest ka kuivamisaja pikenemine. Vakumeeritud savi kuivamise intensiivsuse vähenemine suurema niiskuse juures, võrreldes vakumeerimata savist toodetega, on kooskõlas järeldusega tahke faasi hüdrofiilsuse suurenemisest adsorbeeritud ja mikrodispersse õhu eemaldamise tulemusel.

Vakumeerimine kutsub tahkete osade pinnal esile adsorbeeritud vee hulga suurenemise, mille eemaldamine kuivatamisel võtab rohkem aega. Lahjade, jämedisperssete savide juures, millel on väike adsorbeerimisvõime, ei vähenda vakumeerimine savi kuivamise intensiivsust.

Peendisperssete savide vakumeerimisel kuivamise kestus suureneb, mida võib seletada savi veejuhtivuse vähenemisega savi tihenemise tõttu. H. Lundina poolt läbiviidud uurimused vakumeerimise mõju kohta toodete kvaliteedile kuivamisel näitasid, et vakumeeritud ja vakumeerimata savist toodete kuivamisel ühesugustes tingimustes andis vakumeeritud savi 4—15% rohkem praaki.

Katsetatud savide vakumeerimine koos savi niisutamisel auruga parandab savi omadusi järsult, mille tagajärjel praak kuivamisel vähenes normaalsetesse piiridesse. Selle põhjal tuli H. Lundina järeldusele, et kui savi auruga niisutada, võib vakumeeritud savist tooteid kuivatada ajaga, mis on antud savi jaoks optimaalne.

Vakumeerimine tõstab savitoote surve- ja paindetugevust, vähendab kahanemist põletamisel, samuti veeimavust.

Need on kõik loomulikud järeldused, mida võib teha, kui arvesse võtta, et savi tihedus vakumeerimisel suureneb.

Söödaküna vormimisel, mille pikkus on 1 m ja välisläbimõõt umbes 35 cm, pressitakse eelnevalt vertikaalsel vaakuumtorupressil savisilinder, mis pärast vajalikku pikkusesse (1 m) lõikamist moodustab alt ja ülalt lahtise toru, mille seina paksus on 7 cm.

Silinder transporditakse alusel töökohta, kus toimub künade edasine vormimine käsitsi. Esmalt asetatakse toru mõlema otsa peale 7 cm paksune saviplaat, millega saadakse kahelt poolt suletud toru. Seejärel lõigatakse toru vertikaalses asendis olles nööriga kahe töölise poolt piki telge ülalt alla kaheks võrdseks pooleks, s. o. kaheks künaks. Järgnevalt voolitakse ja silutakse töölaual küna seestpoolt, samuti otsad, kumera seina liitekohad ja küna ääred.

Kaks töölist valmistavad ettepressitud torudest ühe vahetuse jooksul umbes 45 taoliste mõõdetega küna.

Pärast voolimist ja silumist asetatakse künad kuivama. Kuivamisruumiks on tegelikult ahjupealne ruum, kus künad ühtlasi silu-

takse ja voolitakse. Seega toimub kuivamine soojuse toimel, mis levib ahjust läbi kuivati põrandalaudade.

Kuivamise aeg oleneb küna suurusest. Väiksema läbimõõduga künad kuivavad 7—10 ööpäeva, suurema läbimõõduga — 14—30 päeva. Suvel on kuivamine kiirem, talvel aeglasem. Künade kiire kuivamise ja sellest tulenevate pragude vältimiseks kaetakse künad kuivamise algperioodil presendiga.

Kui künad on kuivanud niiskuseni alla 8%, võib neid põletamiseks paigutada põletusahju.

Põletamine toimub mendheimi-süsteemi kamberahjus koos kanalisatsioonitorudega. Ahjul on 16 kambrit. Ahju köetakse generaatorgaasiga, mis saadakse pruunsöest tehase gaasigeneraatoreis. Igas kambris on kahel pool 6, s. o. kokku 12 gaasipõletit. Küttekulu on 0,65 tonni pruunsütt (kalorsusega 3500 kcal) ühe tonni valmistoodete kohta. Üks kamber mahutab umbes 30—33 tonni tooteid. Kambri pikkus on 9 ja laius — 5 meetrit. Põletamine toimub kahe tulega; põletusaeg — 72 tundi ja ühe kuu jooksul põletatakse 24—26 kambrit tooteid.

Põletamisrežiim on järgmine:

2 kambrit eelsoojendusel,
1 kamber tule all (põletamine),
3 kambrit jahtumisel,
1 kamber laadimisel,
1 kamber tühjendamisel.

Põletamistemperatuur on 1180° C.

Künad kaetakse soolaglasuuriga, milleks põletamisel puistatakse kambritesse soola.

Põletatud künad omavad kõrge kvaliteedi ja on ühtlasi Tšehhoslovakkias eksportkaubaks. Toodete praak tehases on ainult 1,7%, sellest põletamisel — 1,0%.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. František Kubát, «Keramické obkládačky». Státní Nakladatelství Technické Literatury, Praha 1955.
2. Vladimir Altner, «Technologie sušení v keramicke». Průmyslové vydatelství, Praha 1951.
3. Rudolf Bárta, «Sklářství a keramika». Průmyslové vydatelství, Praha 1952.
4. V. Čuhel, Institut für die Industrialisierung des Bauwesens, Praha, Gruppe Brno. «Die Verwendung von Großblöcken aus Ziegelsteinen in der ČSR». Bauplanung — Bautechnik 1957, Januar, Berlin.
5. Абрамович М. Д. Формование изделий строительной и архитектурной керамики на вертикальных трубных прессах. Государственное Издательство литературы по строительным материалам, Москва 1954.

SISUKORD

Eessõna 3
I. Telliste tootmine 5
Nomenklatuur 5
Tooraine ettevalmistamine 9
Vormimine 23
Kuivatamine 27
Põletamine 34
Tellisetehaste tüüpilisi tootmistehnoloogilisi skeeme 35
Telliste tootmine Olomouci tellisetehases 40
Tootmistehnoloogia 41
Poolgaaskolletega tunnelahi 48
Uut tellisetehaste projektides 63
II. Katusekivide tootmine 66
Savi ettevalmistamine ja töötlemine 67
Kuivatamine 71
Põletamine 72
Katusekivide tootmine Stičany keraamikatehases 72
Katusekivide tootmine Drenovski Novo-Ves'i keraamikatehases . . 86
Milline peaks olema katusekivide tootmise tüüptehnoloogia? . . . 96
III. Tellisplokkide tootmine ja kasutamine 97
Plokkide valmistamise tehnoloogia 97
Tellisplokk-ehitusviis 111
Sisemise sõrestikuga tellisplokk-ehitusviis 117
Sõrestik-paneelehitusviis 123
IV. Põrandaplaadid 126
V. Glasuuritud katteplaatide tootmine 135
Tehnoloogia 135
Glasuurid 142
Toorained 143
Värvid 144
Fritid 144
Glasuurpõletus 149
VI. Kantavad ahjud 151
VII. Keraamilised loomade sööda- ja joogikünad 158
Kasutatud kirjandus 166

Хейно Фридрихович Йоости,
Александр Хансович Нейман
ИЗ ОПЫТА КЕРАМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЧЕХОСЛОВАКИИ

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja A. Ora
Tehniline toimetaja M. Aardma
Korrektorid: S. Kiisk ja V. Kuresson

Ladumisele antud 4. IV 1958. Trükkimisele antud 14. VII 1958. Paber 60×92, 1/16. Trükipoognaid 10,5 + 2 kleebist. Arvutuspoognaid 11,28.
Trükiarv 1000. MB-05905. Tell. nr. 3975.

Trükikoda «Kommunist», Tallinn, Pikk tn. 2.

Hind rbl. 5.15

3—3

Rbl. 5.15

A-22229

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00386621 9