



M. ŠVEI

ARMATUURI-
JA
BETOONI-
TÖÖD

Arhi-eks.

~~A~~

A-23643

M. M. ŠVEI

INSENER

58
192

ARMATUURI- JA BETOONITÖÖD

*NSV Liidu Ministrite Nõukogu Tööjõu-
reservide Peavalitsuse Tehnilise Kütse-
hariduse Teadusliku Nõukogu poolt
soovitatud õppeabinõuks ehituskoolidele*

8
1961

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1961

Originaali tiitel:

М. М. Швей

Арматурные и бетонные работы

Госстройиздат

Москва 1958

Tõlkinud T. Masso

Käesolevas teoses on toodud põhiandmed betooni koostismaterjalide, betoonisegude ja armatuuriteraste kohta. Kirjeldataud on armatuuri- ja betoonitööd, eesrindlikke töömeetodeid ja kaasaegset tehnikat: mitmesuguseid armatuuri- ja betoonitööde masinaid ja mehhanisme, tööabinõusid ning instrumente. Ühtlasi on antud põhimõistetehnilisest normeerimisest, tööde organiseerimisest ja ohutustehnikast.

Raamat on mõeldud õppeabinõuks ehituskoolidele, kuid teda võib kasutada ka armatuuri- ja betoonitöölise kvalifikatsiooni tõstmisel.

2



Retsenseerinud ins. A. Palk

EESSONA

Betooni ja raudbetooni kasutatakse hoonete ja ehitiste püstitamiseks NSV Liidu rahvamajanduse kõigis harudes. Nende tähtsaimate ehitusmaterjalide ulatuslik levik on tingitud sellest, et betoon on otstarbekohasem kõigist ehitusmaterjalidest: ta on tugev, püsiv, tulekindel; tema koostisest enamiku moodustavad täitematerjalid (liiv, kruus, killustik), peale selle saab betoonkonstruktsioonidele hõlpsalt anda igasuguse kuju. Samuti võib betoonitööd täielikult mehhaniseerida. Neil põhjustel ongi betooni- ja raudbetoonitööde osatähtsus ehitustööde üldmahus väga kaaluv ning kasvab aastast aastas üha enam.

Monoliitne raudbetoon, mis käesoleva sajandi esimesel poolel leidis ulatuslikku rakendamist, on hakanud mõnevõrra takistama ehitustööstuse edasist arengut, sest monoliitsete raudbetoonkonstruktsioonide ehitamine on seotud suure puitmaterjalikuluga, betooni pika kivistumisajaga ning raketise-, armatuuri- ja betoonitööde tunduva mahukusega.

Seoses sellega võtsid NLKP Keskkomitee ja NSV Liidu Ministrite Nõukogu 19. augustil 1954. a. vastu määruse monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide ja -detailide tootmise arendamise kohta, milles on kavandatud tehastes valmistatud raudbetoonkonstruktsioonide ja -detailide arendamise ja kasutamise teed tööstus-, elamu-, transpordi-, põllumajandus-, hüdrotehnilises ja kaevandusehituses ning teistes ehituse harudes. Monteeritava raudbetooni olulist tähtsust rõhutab ka NLKP Keskkomitee ja NSV Liidu Ministrite Nõukogu teine määrus ehitustööde edasise industrialiseerimise, ehituse kvaliteedi parandamise ja omahinna alandamise kohta, mis võeti vastu 23. augustil 1955. a. Selles on kavandatud ehitustööstuse pidev tehniline progress ja edasine industrialiseerimine ning monteeritavate konstruktsioonide ja detailide, eelkõige raudbetoondetailide tootmise ja kasutamise ulatuslik arendamine.

NLKP XX kongressi direktiivides on püstitatud suured ülesanded ehitustegevuse edasiseks industrialiseerimiseks monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide ja -detailide, kergbetoonidest ja suurplokkidest konstruktsioonide ning tehastes valmistatud sõlmede kasutamise, samuti ehitustööde kompleksse mehhaniseerimise igakülge juurutamise teel.

Raudbetooni massiline kasutamine ehitustegevuses nõuab armatuuri- ja betoonitööde tehnoloogia ulatuslikku arendamist ja täiustamist. Tänapäeval on armatuuri- ja betoonitööd peaaegu täielikult mehhaniseeritud ja toimuvad voolumeetoditel. Kodumais-tes tehastes toodetakse mitmesuguseid kõrge tootlikkusega masi- naid armatuuri õgvendamiseks, painutamiseks, lõikamiseks ja elektri-keevituseks. Elektri-keevitus on muutunud armatuurivarraste ühendamise põhiliseks meetodiks monteeritavate raudbetoon- konstruktsioonide, -elementide ja -detailide valmistamisel. Ehitus- praktikasse on juurutatud uued efektiivsed armatuuriterase liigid.

NSV Liidus on loodud võimsad automatiseeritud betooniteha- sed, milles kogu betoonisegu valmistamise protsess, alates koos- tismaterjalide mahalaadimisest kuni valmis segu väljaandmiseni, on täielikult mehhaniseeritud ja automatiseeritud.

Ühtlasi kasutatakse betooni- ja raudbetoonitööde teostamisel võimsaid masinaid ja mehhanisme: betoonipumpasid, kõrgsage- dusvibraatoreid, betoonipaigaldajaid ja paljusid teisi masinaid, mis tõstavad tööviljakust ja parandavad betoon- ja raudbetoonehitiste kvaliteeti.

Tunduva panuse betooni- ja raudbetoonitööde arenemisele on andnud ehitustööstuse novaatorid — armeerijad ja betoneerijad, kes on välja töötanud palju uusi progressiivseid töömeetodeid.

Nõukogude Liidus teostatav grandioosne ehitustöö vajab kvali- fitseeritud ehitajate kaadrit, kes valdaksid kõiki kaasaegseid arma- tuuri- ja betoonitööde meetodeid ning progressiivset tehnoloogiat.

Rahvamajanduse tööjõuvajaduse rahuldamise peamiseks alli- kaks on riiklik kutsehariduse süsteem oma koolide ja õppeasu- tustega, milles valmistatakse ette ka ehitajate kaadrit.

Käesolev raamat on õppeabinõuks armatuuritöölise ja betonee- rijate ettevalmistamisel kutsehariduse süsteemi ehituskoolides. Peale selle on tema ülesandeks abistada armatuuri- ja betoonitöö- lisi oma kutseala paremal omandamisel ja kvalifikatsiooni tõst- misel, kõrge tööviljakuse saavutamisel tööde vajaliku kvaliteedi juures.

Arvestades, et raudbetoon on betooni ja terasarmatuuri konst- ruktiivne ühendus, milles mõlemad materjalid töötavad üheskoos, võttes vastu jõudusid vastavalt oma omadustele, koosneb käesolev raamat kahest osast. Raamatu esimeses osas käsitletakse arma- tuuritöid, teises — betoonitöid.

SISSEJUHATUS

1. ARMATUURI JA BETOONI TÖÖTAMINE RAUDBETOONKONSTRUKTSIOONIDES

Raubbetooniks nimetatakse betooni ja terasarmatuuri¹ konstruktiivset ühendust, milles mõlemad materjalid töötavad üheskoos, võttes jõudusid vastu vastavalt oma omadustele. Mõnikord nimetatakse raudbetooni ka armeeritud betooniks ehk sardbetooniks.

Betooni ilma armatuurita (armeerimata betooni) kasutatakse enamasti massiivsetes konstruktsioonides ja hoonete ning ehitiste neis osades, mis töötavad ainult survele, näiteks kaljupinnasele toetuvates vundamentides, paksudes seintes, põrandate ja teede aluskihtides, tammides. Hoonete ja ehitiste paindele töötavates osades, milles esinevad ka tõmbejõud, näiteks talades, vahelae plaatides, ekstsentriliselt surutud sammastes, õhukestes seintes, reservuaarides, estakaadides, võlvides jne., kasutatakse raudbetooni.

See seletub betooni ja terase järgmiste omadustega.

Kui betoon on saavutanud vajaliku tugevuse, talub ta suuri survekoormusi, s. o. omab head survetugevust. Kuid betooni tõmbetugevus on väike. Betoon puruneb isegi väikeste tõmbejõude mõjul; tema tõmbetugevus on survetugevusest 10—12 korda väiksem. See asjaolu piirab armeerimata betooni kasutusala.

Terase tõmbetugevus on aga suur. Seda terase omadust kasutatakse betoonkonstruktsioonidele tõmbetugevuse andmiseks. Selleks asetatakse paindele töötava betoontala, plaadi või muu konstruktsiooni tõmmatud tsooni terasvardad (armatuur).

Betoonisegu kivistumise ajal toimub terase ja betooni nakkumine. Seetõttu hakkavad teras ja betoon üheskoos töötama (koormusi vastu võtma).

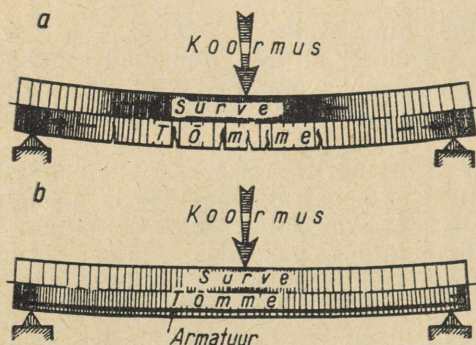
Väga tähtis on asjaolu, et terase ja betooni temperatuuripaisumise koefitsiendid on võrdsed, s. o. nad pikenevad soojenemisel (ja tõmbuvad kokku jahtumisel) ühtemoodi. Soojenemisel 1° võrra

¹ Terast, millest valmistatakse armatuurivardaid, nimetati varem ekslikult rauaks, siit tekkis ka nimetus «raudbetoon».

pikenevad teras ja betoon umbes $\frac{1}{100000}$ võrra. Kui teras ja betoon pikeneksid erinevalt, siis nake nende vahel puruneks ja nende üheskoos töötamine ei oleks võimalik.

Raudbetoonil on mõlema koostötava materjali (terase ja betooni) omadused ning ta talub ühtemoodi hästi nii survet kui ka tõmmet.

Joonisel 1 on kujutatud tala, mis on toetatud otstes. Tala paindub temale mõjuva koormuse all. Seejuures tekib tala ülemises osas surve, alumises — tõmme. Kui selline tala valmistada armeerimata betoonist (joon. 1, a), tekivad tema alumises tõmmatud osas praod ja ta puruneb, kuigi ülemises, surutud osas veel mingeid pragusid ei ole. Kui sama tala alumisse, tõmmatud osasse on asetatud armatuur (joon. 1, b), siis on ta palju tugevam.



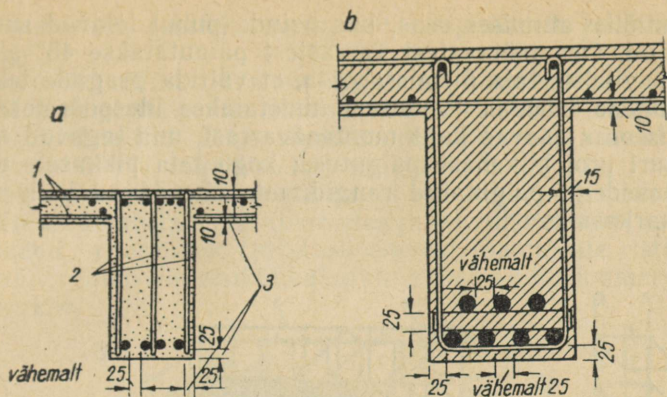
Joon. 1. Tala töötamine koormuse all
a — armeerimata betoonitala; b — raudbetoonitala

Et raudbetoonkonstruktsioon taluks koormusi, peab olema tagatud betooni ja terase koostöö. Selle põhiliseks tingimuseks on nake olemasolu armatuuri ja betooni vahel.

Kui nake on puudulik, siis koostööd ei teki; armatuurivardad hakkavad betoonis libisema ja konstruktsioon puruneb. Et takistada armatuuri libisemist betoonis, keeratakse ümarterasest armatuurivarraste otsad konksu või kasutatakse spetsiaalset perioodilise profiiliga terast (joon. 20 ja 21) või keevitatud armatuurivõrke ja -karkasse (joon. 2, a).

Määrduvad ja roostega kaetud armatuurivardad nakkuvad betooniga halvasti. Seepärast tuleb armatuur enne paigaldamist puhastada mustusest ja kihtidena eralduvast roostest. Hea nake saamiseks on väga oluline luua iga varda ümber küllaldane betoonikiht. Sama oluline on, et armatuur oleks ettenähtud kaugusel betooni pinnast.

Betoonikihti armatuurist kuni konstruktsiooni välispinnani nimetatakse kaitsekihiks. Ta kaitseb armatuuri roosteta-



Joon. 2. Armatuuri paigutus talas ja plaadis
 a – keevitatud; b – seotud; 1 – plaadi keevisvõrgud; 2 – tala keevisvõrgud; 3 – minimaalne betoonkaitsekiht

mise eest ning tule vahetu mõju vastu tulekahju korral. Raudbetoon on tulekindel materjal, kuid tema tulekindlus tagatakse eelkõige betoonkaitsekihi küllaldase paksusega. Mitmesuguste konstruktsioonide töötava armatuuri kaitsekihi paksust on käsitletud VI peatükis.

Kaitsekihi paksuse vähendamine põhjustab tulekindluse vähenemist ja armatuuri roostetamist. Tema liigne paksus (armatuuri kõrgemale asetamise arvel) vähendab konstruktsiooni tugevust. Vajaliku paksusega kaitsekihi saamiseks asetatakse betoneerimisel armatuuri alla betoonist alusklotsid, mis kinnitatakse armatuuri külge. Betoneerimisel tuleb jälgida armatuurivarraste asetust betoonis ja vältida nende nihkumist või kõrvalekaldumisi tööjoo- nistes ettenähtud asukohtadest.

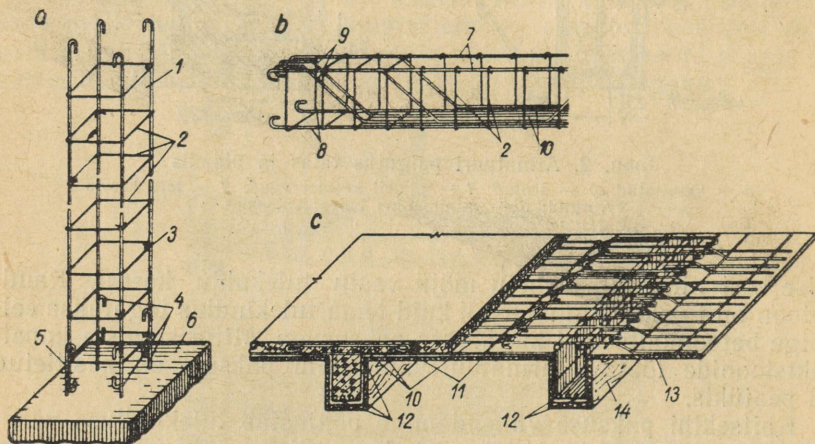
2. ARMATUURI ÜLESANNE

Raudbetoonkonstruktsioonide armatuur jaotatakse otstarbe järgi: töötavaks armatuuriks, mis võtab vastu konstruktsioonis tekkivaid tõmbejõudusid, montaažarmatuuriks, mis tagab varraste üheskoos töötamise (plaatides nimetatakse seda jaotusarmatuuriks), ja rangideks (talades ja postides), mis töötavad enamasti samuti montaažarmatuurina. Ristumiskohtades keevitatakse armatuurivardad kokku või ühendatakse sidumistraadiga (joon. 3).

Samba või posti armatuur (joon. 3, a) koosneb töötavatest vertikaalvarrastest ja rangidest.

Tala armatuuri (joon. 3, b) põhiliseks osaks on töötav arma-

tuur ristlõike alumises osas, kus painde puhul tekivad suurimad tõmbejõud. Osa töötavatest varrastest painutatakse 45° all ülespoole ja viiakse tala ülemisse ossa, et vältida pragude tekkimist talas tugede lähedal. Painutusi nimetatakse ülespöoreteks. Tala ülemises osas asuvad kaks montaažvarrast, mis tagavad töötava armatuuri projektikohase paigutuse; kogu tala pikkusele on ühtlaste vahedega paigutatud rangid, mis ühendavad kõik vardad üheks karkassiks.



Joon. 3. Raudbetoonkonstruktsioonide armatuur

a — sambas; *b* — talas; *c* — plaadis; 1 — püstvardad; 2 — rangid; 3 — rangi sõlm; 4 — väljaulatuv armatuur; 5 — püstvarda ja väljaulatava varda jätk; 6 — vundament; 7 — montaažvardad; 8 — sirged vardad; 9 — ülespööratud vardad; 10 — töötav armatuur; 11 — jaotusarmatuur; 12 — tala armatuur; 13 — plaadi raketis; 14 — tala raketis

Plaadi armatuur (joon. 3, *c*) koosneb töötavatest varrastest ja nendega risti asetatud jaotusvarrastest. Plaatides tehakse ülespöörded samuti nagu talades. Kuni 10 cm paksustes plaatides tehakse ülespöörded 30° nurga all.

3. RAUBBETONKONSTRUKTSIOONIDE PÕHILIIGID

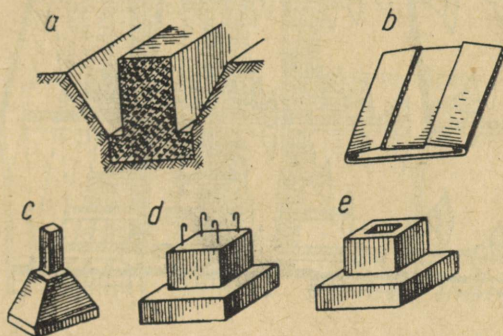
Käesoleval ajal valmistatakse raudbetoonist peaaegu kõiki hoonete ja ehitiste elemente. Raudbetoonist tehakse vundamente, sambaid, talasid, vahelagesid, katuseferme, kaari, võlve, kateplaate, põrandaid, treppe, paneele, maste, liipreid, torne, reservuaare, sildu, tamme ja teisi elemente ning ehitisi.

Vundamentide ülesandeks on anda pinnasele edasi koor-

mused sammastelt, seintelt, masinatelt, tööpinkidelt ja muudelt seadmetelt¹.

Vundamendid ehitatakse monoliitsetena (valmistatakse ehituskohal) või monteeritavatena (koosnevad üksikuist valmisdetailidest). Kasutatakse lint- ja postvundamente. Viimased võivad olla plaadi, püramiidi või astmelise kujuga (joon. 4).

Sambad annavad vundamentidele ja nende kaudu pinnasele edasi koormused vahelagedelt (elamutes ja tsiviilhoonetes), samuti sildkraanadelt ja fermidelt (tööstushoonetes). Sammaste ristlõige on tavaliselt ruudu- või riskülikukujuline, harvemini ümmargune või hulknurkne.



Joon. 4. Betoon- ja raudbetoonvundamentide liigid
Kandeseinte alla: a — monoliitne, b — monteeritav. Sam-
maste alla: c — püramiidjas, d — astmeline monoliitne,
e — astmeline, kannuga monteeritava samba jaoks

Raudbetoonvahelaed (joon. 5) on enamasti kas taladega või taladeta. Taladega vahelaed koosnevad peataladest, abitaladest (ribidest) ja plaadist. Plaadi koormus antakse üle abitaladele, need omakorda kannavad selle üle peataladele. Viimased toetuvad sammastele või seintele. Taladeta vahelaes (nn. seenlagi) toetub plaat vahetult sammastele, mille ülemises otsas on vastavad laiendused, mida nimetatakse kapiteelideks.

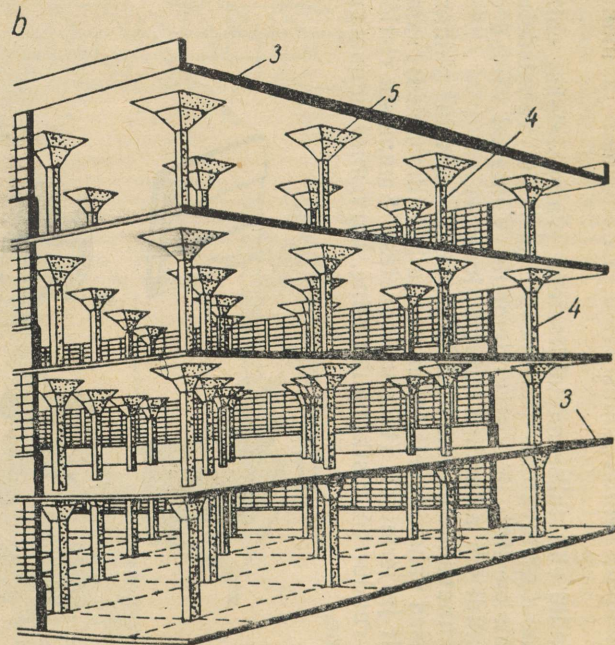
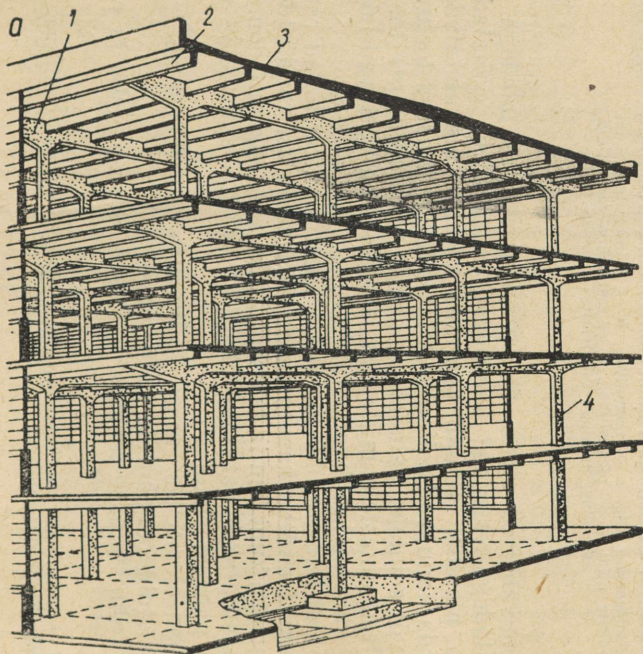
Viimasel ajal leiavad üha laiemat levikut monteeritavad raudbetoonvahelaed. Nendeks kasutatakse mitmemõõtelisi raudbetoon-paneelide pikkusega kuni 6 m ja laiusega 1,2 m või rohkem (joon. 6).

Praegu kasutatakse vahelagedeks ka terve toa suurusi ovaalsete õõntega paneele (joon. 7).

Karkass-paneelhitistes ning karkassita suurpaneelhitistes kasutatakse raudbetoonpaneeli ka seinteks.

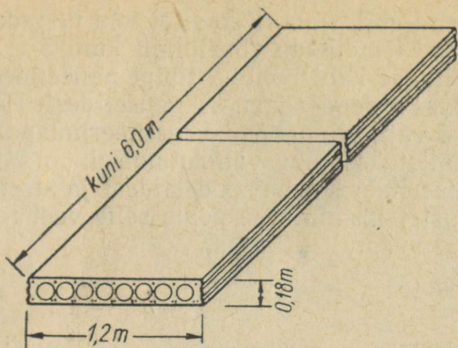
Paneelid valmistatakse tehases, veetakse ehitusplatsile ja pai-

¹ Seadmed kinnitatakse vundamentidele eriliste nn. ankurpoltidega, mis ulatuvad sügavale betooni sisse.

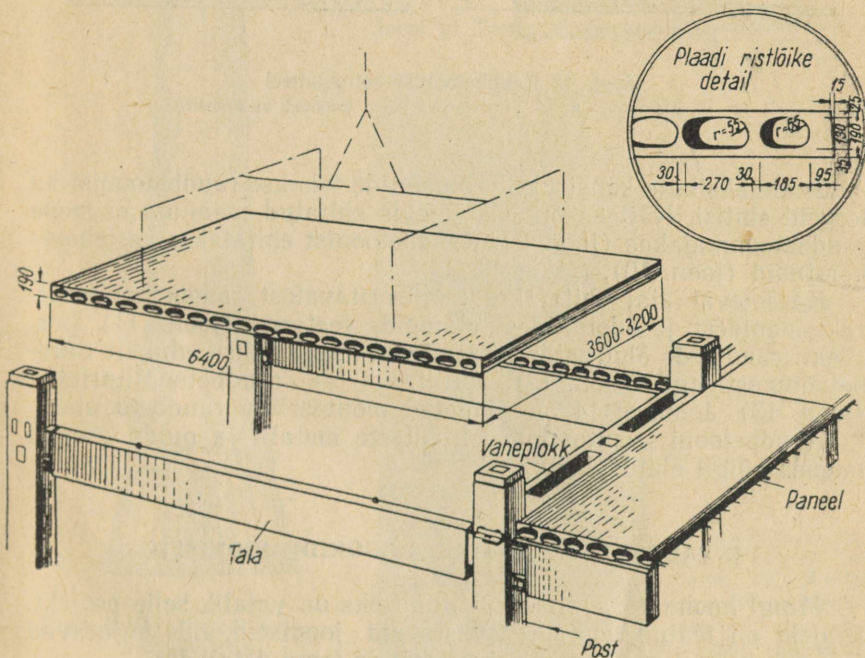


Joon. 5. Raudbetoonvahelaed

a – taladega; *b* – taladeta; 1 – peatala; 2 – tala; 3 – plaat; 4 – sammas; 5 – kapiteel



Joon. 6. Raudbetoonist laepaneel ümmarguste õõntega

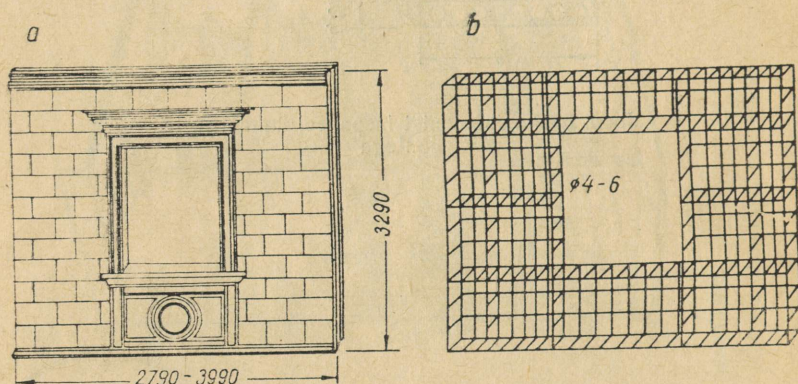


Joon. 7. Monteeritav toa-suurune raudbetoonist laepaneel ovaalsete õõntega

galdatakse kraana abil. Paneeli kaal ei tohi ületada ehitusel kasutatavate kraanade tõstejõudu (harilikult kuni 5 t). Paneelhoonete seinad monteeritakse kaht põhilist tüüpi paneelidest: kas avadeta või ukse- ja aknaavadega (joon. 8) paneelidest. Paneelide fassaadipoolne pind ei vaja viimistlemist monteerimispaigal, sest nende välispind viimistletakse juba valmistamisel.

Trepid monteeritakse valmispodestidest ja -trepimarssidest.

Tööstusehitistel kasutatakse peale selle veel raudbetoonferme, mis valmistatakse samuti tehastes.



Joon. 8. Raudbetoonist seinapaneel

a — üldvaade; *b* — armatuurikarkass (mööted millimeetrites)

Peale üksikute konstruktiivelementide tehakse raudbetoonist ka terveid ehitisi. Näiteks on Nikolajevis ehitatud maailma esimene raudbetoonmajakas (joon. 9). Raudbetoonist ehitatakse ka tehasekorstnaid (joon. 10).

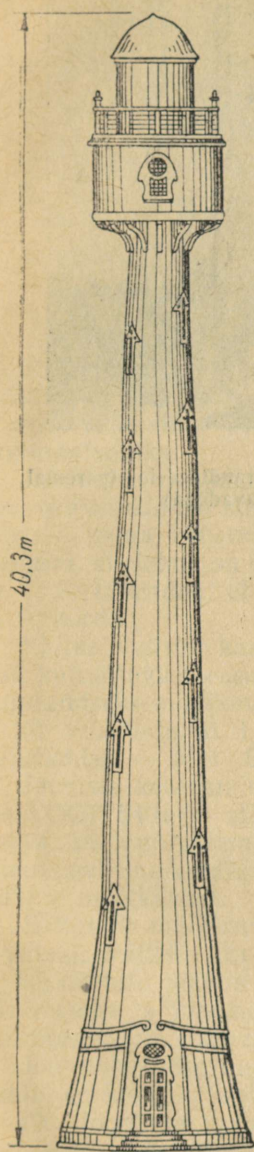
Käesoleval ajal ehitatakse monteeritavatest raudbetoonkonstruktsioonidest ja -detailidest elamuüid, veetorne (joon. 11) jms. Elektriraudteede õhuliinide terasmastid asendatakse edukalt raudbetoonmastidega (joon. 12), puitliiprid — raudbetoonliipritega (joon. 13). Joonisel 14 on näidatud monteeritav raudbetootara.

Raudbetooni kasutamine defitsiitsete metalli ja puidu asemel laieneb kõigil ehitusaladel.

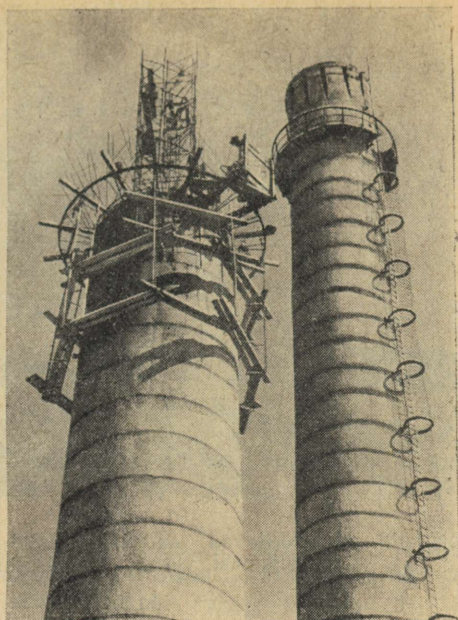
4. RAUDBETONKONSTRUKTSIOONIDE JOONISED

Mingi hoone või ehitise püstitamiseks on vajalik selle projekt. Projekt on teatud komplekt vastavaid jooniseid, mis kujutavad tulevast hoonet või ehitist paberil kõigis tema detailides.

Kuna hooned, ehitisi ja nende üksikuid detaile enamasti ei saa



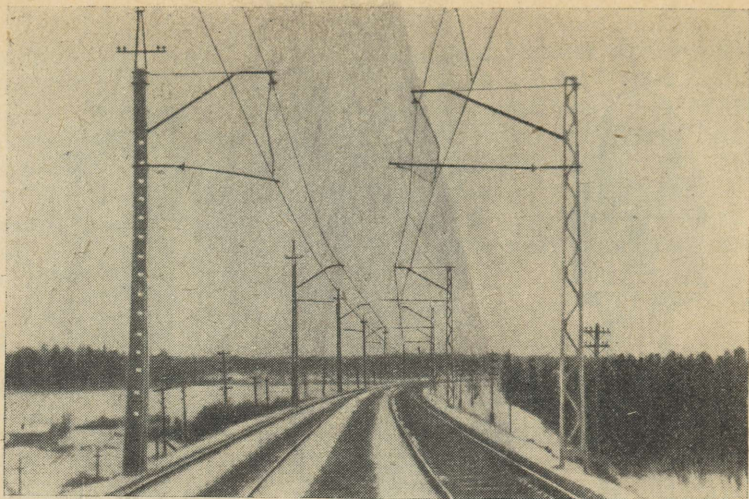
Joon. 9. Raudbetoonmaja-
kas Nikolajevis



Joon. 10. Tsemenditehase raudbetoonkorstnad



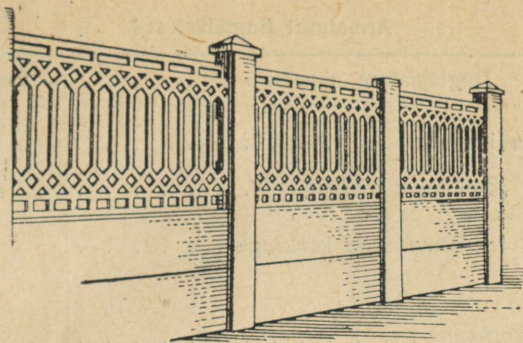
Joon. 11. Montee-
ritav 16 m kõrgune
veetorn raudbetoo-
nist sõrestikul



Joon. 12. Monteeritavad raudbetoonmastid elektriraudteedele (paremal sõrestikmast, vasakul — fäisseinaline, avadega)



Joon. 13. Raudbetoonliipritega raudtee



Joon. 14. Monteeritav raudbetoontara

kujutada paberil loomulikus suuruses, tuleb neid kujutada vähendatuna. Harukordadel tuleb väikesi detaile kujutada suurendatuna. Joonise vähenduse või suurenduse määra nimetatakse mõõtkavaks ehk mastaabiks.

Mõõtkava väljendatakse arvude suhtega, kusjuures esimene arv (vähendamise korral tavaliselt 1) tähistab tegelikku suurust, teine — tema vähenduse määra. Näiteks tähendab tähis M 1 : 1 joonisel, et detail on kujutatud loomulikus suuruses; M 1 : 10 või M 1 : 20 tähendab, et detail on joonisel vähendatud vastavalt 10 ja 20 korda.







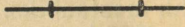
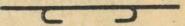
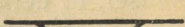
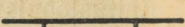



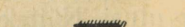
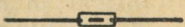



Ehitusjoonistel kasutatakse mitmesuguseid mõõtkavasid sõltuvalt kujutatavast esemest. Nii kasutatakse ehitusplatside plaanide kujutamiseks mõõtkava 1 : 500, korruste plaanide ja lõigete puhul — M 1 : 200 ja M 1 : 100, üksikute raudbetoonkonstruktsioonide kujutamisel — M 1 : 50 ja M 1 : 20.

Jooniste koostamisel tuleb pidada üleliidulises standardis ГOCT 5401-50 «Ehitusjoonised» toodud nõuetest. Neist põhiliseks on kinnipidamine mitmesuguste materjalide, detailide ja ühendusviiside kindlaksmääratud tingtähistustest (tabel 1) ja ettenähtud mõõtkavast.

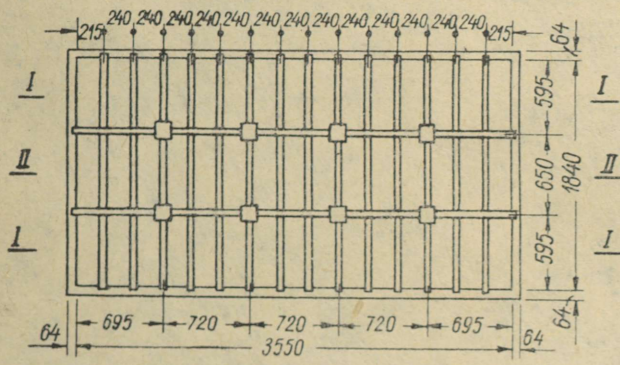
Sõltuvalt mõõtkavast tuleb joonestamisel teha mitmesuguseid arvutusi. Näiteks kui tala pikkus on 7,5 cm ja joonise mõõtkava 1 : 50, on tala pikkus joonisel $750 : 50 = 15$ cm. Selliste arvutuste vältimiseks ja joonestamise hõlbustamiseks kasutatakse vastavat nn. mastaabijoonlauda (joon. 15).

Joonlual võib olla kujutatud kuus erinevat mõõtkava. Tavaliselt on nendeks mõõtkavad 1 : 1, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50 ja 1 : 100. Joonlaua igale servale on kantud meeter- ja sentimeeterjaotused, arvestades ülaltoodud mõõtkavasid. Näiteks 1 meetrile vastava lõigu pikkus mõõtkava 1 : 50 korral on 2 cm, mõõtkava 1 : 100 korral — 1 cm jne.

Joonised võivad olla eskiisid või tööjoonised.

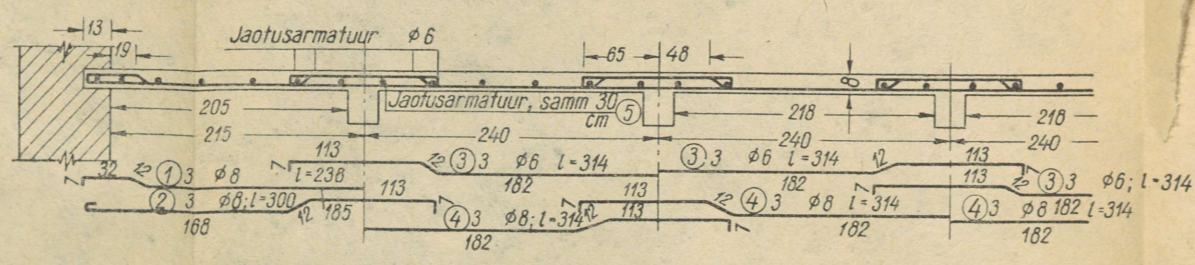
Tingtähistuse nimetus	Graafiline kujutis
Varda ots ilma konksuta	
Varda ots 180° poolümara konksuga	
Varda ots 180° fopeltsuurusega konksuga	
Varda ots kaldkonksuga	
Varda ots 90° (sirge) konksuga	
Varda keermetatud ots (polt)	
Varraste ülekattega jätk (konksudeta)	
„ „ jätk 180° konksudega	
„ „ jätk kaldkonksudega	
„ „ jätk 90° konksudega	
Varraste jätk põkk-kontaktkeevitusega	
Keevisjätk ülekattega, ühepoolse õmblusega	
Keevisjätk ülekattega, kahepoolse õmblusega	
Keevisjätk ümarrauast jätkulappidega	
Keevisjätk nurk- või lattrauast jätkulappidega	
Pingutusmuhviga jätk	
Varraste ristumiskoht, seotud	
Varraste ristumiskoht, keevitatud	

Vahelae raketise plaan

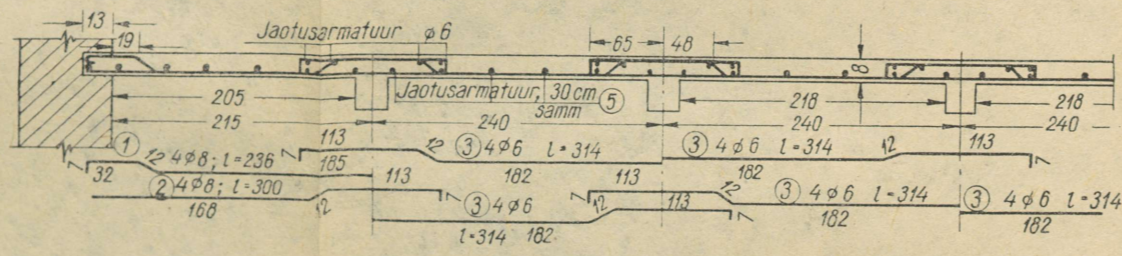


Plaat

Lõige I-I

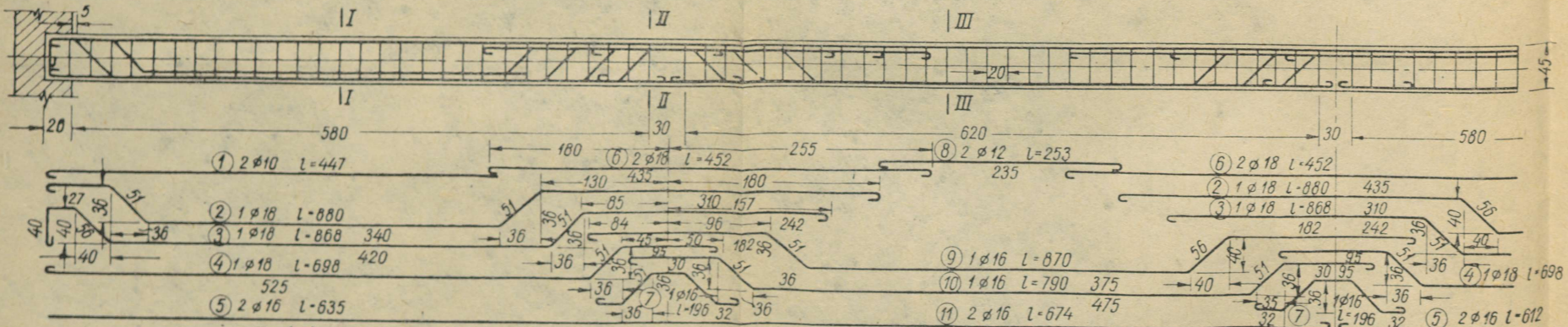


Lõige II-II



Abitala

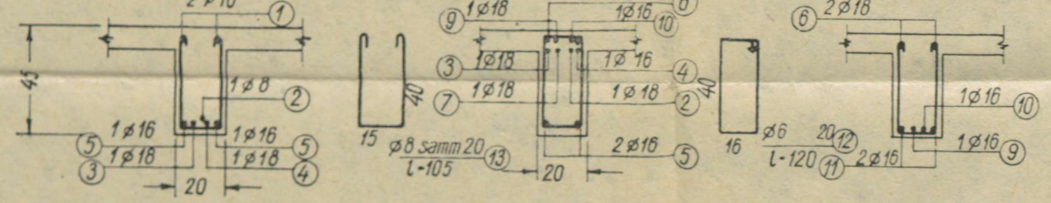
14 tk. ühele vahelaele



Lõige I-I

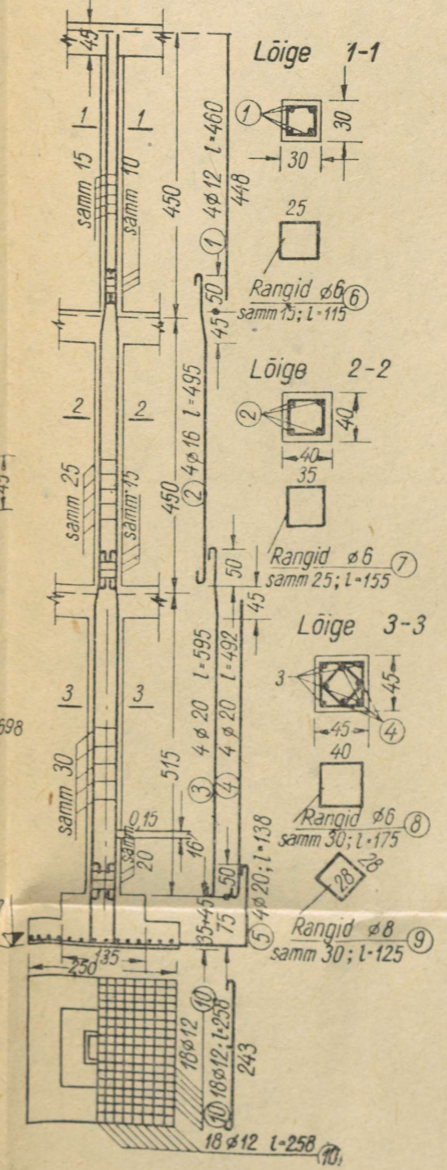
Lõige II-II

Lõige III-III



Post

8 tk. ühe vahelae kohta



Ühe vahelae armatuuri spetsifikatsioon

Varda nr.	Läbi-mõõt mm	Varraste arv ühele elemendile	Varraste arv kokku	Varda pikkus cm	Üld-pikkus m
-----------	--------------	-------------------------------	--------------------	-----------------	--------------

Plaat

1	8	135		236	318
2	8	135		300	405
3	6	1759		314	5523,26
4	8	549		314	1761,88
5	6				3478

Abitalad (14 tk.)

1	10	4	56	447	250,32
2	18	2	28	880	240,4
3	18	2	28	868	243,04
4	18	2	28	698	195,44
5	16	4	56	635	342,82
6	18	4	56	452	253,12
7	16	2	28	196	54,88
8	12	2	28	253	70,84
9	16	1	14	870	121,8
10	16	1	14	790	110,6
11	16	2	28	674	180,72
12	6	28	392	120	470,4
13	6	17	490	105	514,5

Sambad (8 tk.)

1	12	4	32	460	147,2
2	16	4	32	495	158,4
3	20	4	32	595	190,4
4	20	4	32	492	157,24
5	20	4	32	138	44,16
6	6	28	224	115	257,6
7	6	18	144	115	223,2
8	6	18	144	175	252
9	6	18	144	125	180
10	12	36	288	258	743,04

Armatuuri kokkuvõte

Läbi-mõõt mm	Üld-pikkus m	Üld-kaal kg	Läbi-mõõt mm	Üld-pikkus m	Üld-kaal kg	
Plaat			Sambad			
6	9000	1998	6	813	181	
8	2425	957	12	147	131	
Kokku			16	159	252	
Abitala			18	348	860	
6	985	219	Kokku			1424
10	251	156				
12	71	64				
16	819	1224				
18	938	1876				
Kokku			3609			

Joon. 16. Taladega raudbetoonvahelae tööjoonised

Eskiis on silma järgi, ükskõik millise suurusega käsitsi joonistatud skiits, millel on näidatud kõik vajalikud mõõted. Eskiisi järgi võib valmistada detaili täpse joonise, samuti võib teda kasutada otse detaili valmistamiseks. Armatuuritöödel kasutatakse eskiise eriti tihti.

Iga ehitise või üksiku konstruktsiooni (näiteks raudbetoon-tala) tööjoonisel peavad olema antud kõik vajalikud mõõted, näidatud konstruktsiooni materjalid ja toodud muud andmed, mis on ehitustöödel vajalikud.

Raudbetoonkonstruktsioonide tööjooniste põhjal valmistatakse üksikud armatuurivardad, -võrgud ja -karkassid ning asetatakse need oma kohale (raketisse).



Joon. 15. Mastaabijoonlaud

Joonisel 16 (vt. kleebis) on näidatud ribidega raudbetoonvahelae tööjoonis, mis koosneb vahelae raketise plaanist ning plaadi, ribi ja samba armeerimise joonistest; vahelae armatuuri spetsifikatsioonist plaadi, ribide ja sammaste kohta eraldi ning armatuuri ja metallikulu kokkuvõttest kogu vahelae kohta.

Vahelae raketise plaan koos raudbetoonkonstruktsioonide joonistega sisaldab kõik vajalikud mõõted raketiste ehitamiseks. Peale selle on raketiste plaanilt näha, kui palju on vahelael sambaid ja talasid, millised need on ja kuidas nad on asetatud.

Raudbetoonkonstruktsioonide tööjoonistes peavad olema näidatud kõigi konstruktiivelementide detailid koos nn. armatuuri väljatoomisega, s. o. elemendi armatuuri iga varda kujutusega, kus on näidatud varda kuju, pikkus, läbimõõt, spetsifikatsiooni number ja ühesuguste varraste arv.

Vahelae plaadi armeerimine on näidatud kahes lõikes: lõige I—I äärmises avas ja lõike II—II keskmises avas (vt. vahelae raketise plaan joonisel 16).

Iga väljatoodud varda kohale märgitakse tema number (ringis), varda igal sirgel osal on arv, mis näitab sirge osa pikkust sentimeetrites. Peale selle on joonisele märgitud varda üldpikkus, läbimõõt ja varraste arv plaadi laiuse 1 jooksva meetri kohta. Näiteks (joon. 16) on plaadi joonisel lõike II—II esimeses avas ülemises reas välja toodud armatuurivarras nr. 1. Vardale on vasakult paremale märgitud arvud 7, 32, 12 ja 185, mis tähistavad varda sirgete osade pikkusi cm-tes. Peale selle on siin tähistus 4 Ø 8, l = 236. See näitab, et plaadi 1 jm laiuse kohta asetatakse

4 varrast nr. 1 läbimõõduga (\emptyset) 8 mm. Varda üldpikkus (*l*) on 236 cm. Analoogiliselt tuleb lugeda ka teistelt varrastelt.

Nii tuleb vaadeldavas avas 1 jm plaadi laiuse kohta asetada 4 varrast nr. 1 ja 4 varrast nr. 2. Vardad asetatakse vaheldumisi, s. o. nr. 1, siis nr. 2, siis jälle nr. 1 jne.

Tala armeerimine on näidatud ja välja toodud abitala joonisel. Et saada täielikku ettekujutust tala armeerimisest, antakse joonisel mitte ainult tema pikilõige, vaid ka mitu ristlõiget. Viimaste arv sõltub varraste asetuse muutumisest piki tala. Käesoleval juhul on antud kolm lõiget: *I—I*, *II—II* ja *III—III*.

Varraste numbrid on näidatud nii väljatoodud armatuuril kui ka ristlõikeil, seetõttu on varda kuju ning asukoht ristlõikes kergesti kujutletav.

Samba armeerimine on antud hoone kogu kõrguses (antud juhul 3 korruse ulatuses) alates yundamendist. Samba armeerimise joonise lugemine on analoogiline ülalkirjeldatuga.

ARMATUURITÖÖD

I peatükk

ARMATUURITERASED

Ehitustel kasutatakse peamiselt mustmetalle, mis on raua sulamid vähesese süsiniku-, mangaani-, räni-, väävli- ja fosforilisandiga.

Põhiliseks lisandiks sulamis on süsinik. Kui sulam sisaldab süsinikku üle 1,7%, nimetatakse teda malmiks. Raudbetoonkonstruktsioonide armeerimiseks malmi ei kasutata.

Kui sulami süsinikusisaldus ei ületa 1,7%, siis nimetatakse teda teraseks. Teras on malmist plastilisem ja sitkem.

Sõltuvalt süsinikusisaldusest jaotatakse terased omakorda vähesese süsinikusisaldusega (sisaldab alla 0,25% süsinikku), keskmise (0,25—0,6%) ja suure süsinikusisaldusega (0,6—1,7%) terasteks.

Raudbetoonkonstruktsioonide armeerimiseks kasutatakse peamiselt vähesese süsinikusisaldusega teraseid.

Et saada paremate mehaaniliste omadustega terast, lisatakse talle veel nn. legerivaid materjale (nikkel, kroom, volfram, vanaadium, molübdeen, vask, alumiinium, boor, titaan jt.), mille mõjul teras muutub tugevamaks ja paremaks. Selliseid teraseid nimetatakse legeritud terasteks. Sõltuvalt lisandite hulgast eristatakse kõrgelt-, keskmiselt- ja vähelegeritud teraseid. Ehituses kasutatakse kõige laialdasemalt vähelegeritud teraseid (lisandite sisaldusega kuni 2,5%).

I. ARMATUURITERASTE PÕHIOMADUSED, PROOVIMINE, MARKEERIMINE JA HOIDMINE

Vastavalt «Beton- ja raudbetoonkonstruktsioonide projekteerimise normidele ja tehnilistele tingimustele» (ННТУ¹ 123-55)

¹ ННТУ on lühend sõnadest «Нормы и технические условия», viimased kaks numbrit näitavad selle väljaandmise aastat.

kasutatakse raudbetoonkonstruktsioonides järgmisi armatuuriteraseid:

a) kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga teras mark Ст. 5 ja 25ГC¹;

b) külmaltnuljutud (ilma tõmbamiseta) perioodilise profiiliga teras mark Ст. 3 ja Ст. 0;

c) külmaltnõmmatud vähese süsinikusisaldusega teras;

d) kuumaltvaltsitud ümar-, latt- ja profiilteras mark Ст. 3 ja Ст. 0;

e) kalibreeritud kuumaltvaltsitud ümarteras mark Ст. 3 ja Ст. 0 läbimõõduga 5 kuni 22 mm.

Ümmarguse ristlõikega üle 40 mm läbimõõduga, samuti ka nelinurkse ristlõikega üle 10 cm² pinnaga armatuuri lubatakse kasutada ainult keevitatud karkassides ja võrkudes. Külmaltnõmmatud armatuuritraati läbimõõduga 3 kuni 10 mm võib kasutada nii keevitatud võrkude ja karkasside valmistamiseks kui ka rangideks ja montaažarmatuuriks.

Armatuuriks kasutatava lattraua ristlõike pikema ja lühema külje suhe ei tohi olla üle kahe.

Harilikust kuumaltvaltsitud süsinikterasest armatuur jagatakse (ГОСТ² 380-60 järgi) kahte gruppi: grupp А — mehaaniliste omaduste järgi markeeritav teras, grupp Б — keemilise koostise järgi markeeritav teras. Grupi А terased jagatakse omakorda markideks³: Ст. 0, Ст. 1, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5, Ст. 6, Ст. 7. ГОСТ-ile 380-60 vastavaist terastest kasutatakse raudbetoonkonstruktsioonide armatuuriks ainult marke Ст. 0, Ст. 3 ja Ст. 5. Armatuuri jaoks valitud terase mark peab olema näidatud projektiis.

Terase põhilisteks füüsikalis-mehaanilisteks omadusteks, mis on ehituses olulised, on tugevus ja kõvadus.

Tugevuseks nimetatakse materjali omadust purunemata taluda sisepingeid, mis tekivad välisjõudude (mitmesuguste koormuste) mõjumisel. Kõvaduseks nimetatakse materjali omadust vastu panna mingisuguse temast kõvema keha sissetungimisele. Tugevuse ja kõvaduse mõisteid ei tohi omavahel segi ajada.

Teraste füüsikalis-mehaanilised omadused määratakse tehase laboratooriumis. Armatuuriterase proovimisest tootmistingimustes kõneldakse allpool.

Neil juhtudel, kui terase mark ei ole teada, proovitakse teda

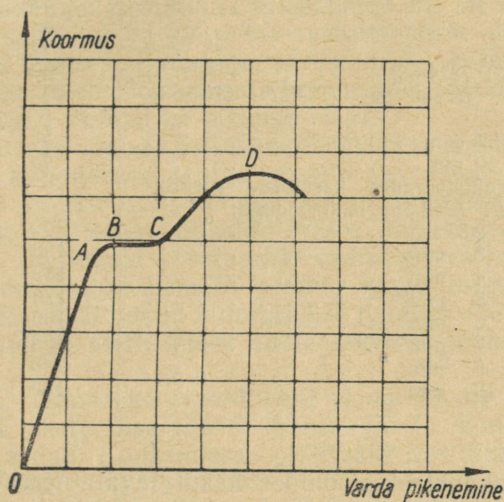
¹ Lühend Ст. tähendab «сталь» — teras.

² ГОСТ (Государственные общесоюзные стандарты) — riiklik üleliiduline standard, mis püstitab nõuded antud materjali või detaili kvaliteedi ja mõõdete kohta ning lubatavate kõrvalekaldumiste kohta nendest; samuti määrab ГОСТ kindlaks materjali või detaili kvaliteedi kontrollimise korra. Numbrid tähendavad: esimene arv (380) — ГОСТ-i number, teine (60) — ГОСТ-i avaldamise aasta (1960).

³ Nõuded teraste keemilise koostise ja mehaaniliste omaduste (tõmbetugevus, voolavuspiir jne.) kohta sõltuvalt rangist on antud ГОСТ-ides.

tõmbele. Proovi tulemuste põhjal hinnatakse, millisele margile vastab terasepartii. Selleks võrreldakse proovimisel leitud tõmbetugevust ja voolavuspiiri tabelis 2 toodud andmetega.

Proovi tulemusi võib kujutada graafiliselt (joon. 17). Kui diagrammi vertikaalteljele kanda proovikehale mõjuvad koormused ja horisontaalteljele koormuste mõjul tekkivad proovikeha pikenedused, võib leida seose proovikeha deformatsiooni (antud juhul pikenedamise) ja koormuse (tõmbejõu) vahel.



Joon. 17. Terase tõmbe- ja voolavusproovi diagramm

Diagrammi alguses näitab sirgjoon OA proportsionaalset seost kasvava koormuse ja elastsuse deformatsiooni (kaob pärast koormuse eemaldamist) vahel. Elastsuse deformatsiooni piirkond lõpeb diagrammil punktiga A , mis on proportsionaalsuse piiriks. Punkti A järel läheb sirge üle kõveraks AB , seejärel horisontaallõiguks BC , kus proovikeha deformatsioon (pikenedamine) kasvab sama koormuse juures jäävdeformatsioonide arvel. Jäävdeformatsioonid ei kao pärast koormuse eemaldamist.

Sel juhul öeldakse, et teras voolab. Diagrammi seda osa nimetatakse voolavuspinnaks; jõudu proovikeha ristlõike pinna ühiku kohta (pinget), mille mõjul teras voolab — voolavuspiiriks.

Pärast voolavuspiiri (punkt C) deformeerub proovikeha koormuse suurendamisel edasi kuni nn. tugevuspiirini, mida tõmbe korral nimetatakse tõmbetugevuseks. Selle all (punkt D) mõistetakse suurimat jõudu, mida proovikeha talub enne purunemise algust.

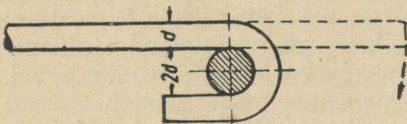
Tabelis 2 on toodud nõuded valtsitud teraste mehaaniliste omaduste kohta.

Teraste põhilised mehaanilised omadused

Terase liik	Minimaalne tõmbetugevus kg/mm^2	Minimaalne voolavuspiir kg/mm^2
Ст. 0	32	—
Ст. 3	38	24
Ст. 5	50	28
Тeras 25 ГС (ГОСТ 7314-55)	60	40
Кülmalttõmmatud terastraat (ГОСТ 6727-53) läbimõõduga:		
3 — 5,5 mm	55	—
6 — 10 mm	45	—
Пingebetoonkonstruktsioonides kasutatav süsinik-terastraat (ГОСТ 7348-55) läbimõõduga:		
2,5 mm	200	—
3 mm	190	—
4 mm	180	—
5 mm	170	—
6 mm	160	—
7 mm	150	—
8 mm	140	—
10 mm	100	—

Raudbetoonkonstruktsioonides kasutatavate teraste juures on kõige olulisem teada terase voolavuspiiri, sest kui teras koormatakse selle piirini, siis betoon puruneb ja konstruktsioon tervikuna samuti.

Kui ehitusplatsil ei ole võimalik terase tõmbeproovi teostada, proovitakse terast külmalt painutamise teel. Proovikeha painutatakse külmalt 180° ümber varda,



Joon. 18. Terase proovimine külmalt painutamise teel

mille läbimõõt kuumaltvaltsitud ümarterase proovimisel peab võrduma proovikeha kahekordse läbimõõduga (joon. 18), kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga terase proovimisel aga kolmekordse läbimõõduga. Pärast painutamist ei tohi proovikeha välisel tõmmatud küljel

olla mingeid pragusid, kihtide lahtimurdumist ega murdekohti.

Kui armatuurikarkasside valmistamisel kasutatakse elektrikeeritust, tuleb proovida terase keevitavust.

Terase kohalejõudmisel tehast, kus ta on valmistatud, peab tal kaasas olema sertifikaat — dokument, mis tõendab terase vastavust kõigile standardi nõuetele.

Ehitusplatsil proovitakse ainult neid armatuuriterase partiisid, mis saavad millegipärast ilma sertifikaadita.

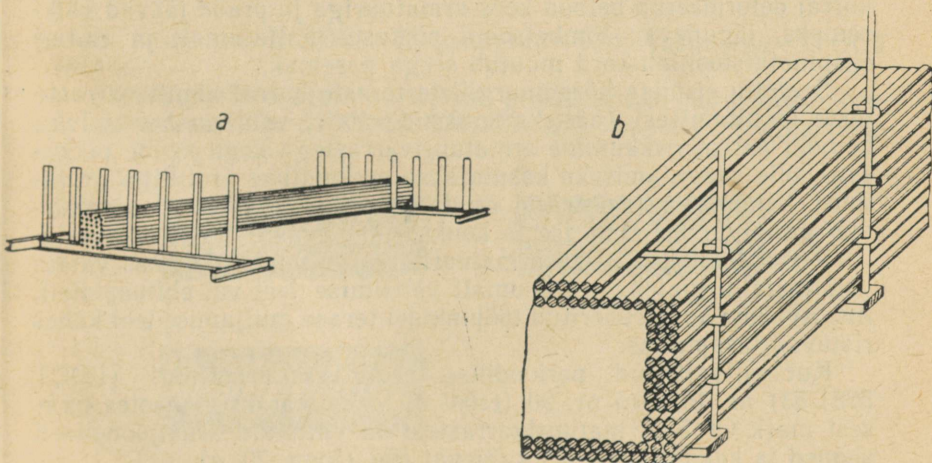
Tehasest väljasaadetavad terased varustatakse tehase märgiga ja markeeritakse. Teras mark Cr. 0 markeeritakse punase ja rohelise värviga, Cr. 3 — punasega, Cr. 5 — rohelisega.

Teras korrodeerub kergesti. Korrosiooniks (roostetamiseks) nimetatakse metalli pindmist lagunemist ümbritseva keskkonna mõjul. Armatuuriterase kaitseks korrosiooni eest on tähtis tema õige hoidmine. Armatuuri tuleb hoida nii, et oleks tagatud tema täielik säilimine ja kõigi lao-operatsioonide (vastuvõtmine, väljaandmine, ümberpaigutamine, arvestamine) hõlpsus ning ökonoomsus. Teras tuleb laos paigutada markide, sortide ja läbimõtude järgi, sirged vardad ka pikkuse järgi.

Armatuuriteras saabub lattu ümmarguste keradena (vihtidena) või traadiga kimpudesse seotud sirgete varrastena. Perioodilise profiiliga armatuuri ei tohi laduda vahetult maapinnale.

Laos hoitakse terast teisaldatavates lahtritena stellasid (joon. 19, a). Stellaažid koostatakse vastavalt varraste pikkusele kahest, kolmest või rohkemast postide reast, mille vahekaugus on 2—3 m. Stellaaži postid kinnitatakse puidust või raudbetoonist alustele. Postidega stellasid on terasevirna maksimaalne kõrgus 2 m.

Terast võib laduda ka staablitesse (joon. 19, b). Et staabel ei veereks laiali, asetatakse iga 6—8 rea järele konksu keeratud otstega põikvardad. Konksudesse pistetakse vertikaalsed tugivardad. Staabli kõrgus on 1—1,5 m.



Joon. 19. Armatuuriterase asetus laos
a — poststellaažides; b — põikvarrastega stellaažides

Määratud ja kõverdunud armatuurivardad puhastatakse enne staablist asetamist metallharjadega ning õgvendatakse. Peene armatuuritraadi vihid laotakse kuni 2 m kõrgustesse virnadesse.

2. PERIOODILISE PROFIILIGA ARMATUURITERASE VALMISTAMINE

1 m³ raudbetoonkonstruktsioonide armeerimiseks kulub keskmiselt umbes 90 kg terast. Seetõttu tähendab metallikulu vähendamine raudbetoonkonstruktsioonides kas või ainult 1% võrra rahvamajandusele kümneid tuhandeid tonne metalli säästu.

Metallikulu võib vähendada, kasutades efektiivseid armatuuri liike, keevitatud armatuuri (vt. ptk. VI) või pingebetooni (vt. ptk. XIII), või rakendades uusi konstruktsioonide arvutamise meetodeid.

Efektiivseteks armatuuri liikideks (hariliku kuumaltvaltsitud terasega võrreldes) on kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga armatuur ja mitmesugused vääristatud terased, mille mehaanilisi omadusi on parandatud (külmalttõmmatud, külmaltmuljutud ja kalibreeritud terased).

Kõrgendatud tugevusega armatuuriterastes tekivad kõrgemate pingete korral ka vastavalt suuremad deformatsioonid. Seetõttu tekivad kõrgemargiliste teraste kasutamisel raudbetoonkonstruktsioonides betooni tõmbetsoonis suuremad (lahtised) praod, mis takistavad ehitise normaalset eksploatatsiooni.

Mida madalam on betooni tõmbetugevus (võrreldes armatuuri) ja mida halvem on nake betooni ja armatuuri vahel, seda selgemini ilmnevad praod betooni tõmbetsoonis. Parema nake korral deformeerub betoon koos armatuuriga ja praod jäävad väiksemaks, jagunevad tõmbetsooni pikkuses ühtlasemalt ja ehitise eksploatatsiooniolukord muutub seega paremaks.

Seetõttu ei piisa kõrgemargiliste teraste korral ainult varraste otste kinnitamisest (näiteks konksude abil), vaid on tarvis luua betooni parem nakkumine armatuurivarrastega kogu nende pikkuses. Selle saavutamiseks kasutatakse perioodilise profiiliga armatuuri. Viimasega armeeritud raudbetoonkonstruktsioonides ankurdub armatuur betoonis ise ja konksusid varraste otstel pole vaja.

Perioodilise profiiliga armatuuriteras valmistatakse kas vastavalt metallurgiatehastes kuumalt valtsimise teel või ehitusplatsil, ins. Avakovi konstrueeritud tööpinkidel terase muljumise teel kahes ristivas tasapinnas.

Kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga armatuuri (ГОСТ 5781-53) nr. 10 kuni nr. 90 (tabel 3) valmistatakse tehastes terasest mark Cr. 5. Armatuurivarrastele on valtsitud krüvijooneelised sooned ja kaks pikisuunas kulgevat ribi (joon. 20, a).

Raudbetoon- ja pingebetoonkonstruktsioonide armeerimiseks kasutatakse ka kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga vähelegee-

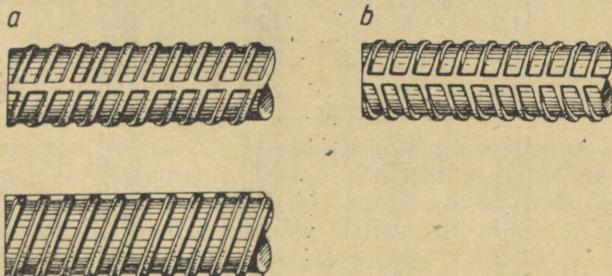
Kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga terase mark Cr. 5 sortiment
(ГОСТ 5781-53)

Profiili nr. (arvutuslik läbimõõt mm)	Välisläbimõõt soonte pinnalt mm	Ristlõike arvutuslik pind cm ²	1 jm teoreetiline kaal kg
10	11,3	0,78	0,62
12	13,5	1,13	0,89
14	15,5	1,54	1,21
16	18	2,01	1,58
18	20	2,54	2,06
20	22	3,14	2,47
22	24	3,86	2,98
25	27	4,91	3,85
28	30,5	6,16	4,83
32	34,5	8,04	6,31
36	39,5	10,18	7,99
40	43,5	12,57	9,87
45	49	15,90	12,48
50	54	19,63	15,41
55	59	23,76	18,65
60	64	28,27	22,19
70	74	38,48	30,21
80	83,5	50,27	39,46
90	93,5	63,62	49,94

Märkus. Profiili number (arvutuslik läbimõõt) vastab sama ristlõike pinnaga ümarvarda läbimõõdule.

ritud terast mark 25ГC kõrgendatud voolavuspiiriga (ГОСТ 7314-55).

Vähelegeeritud armatuuriterase profiil erineb perioodilise profiiliga terasest Cr. 5 (ГОСТ 5781-53) selle poolest, et tema põik-

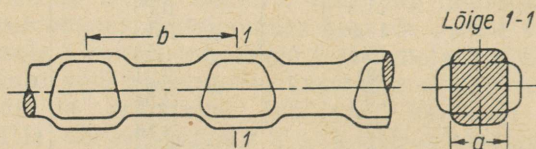


Joon. 20. Kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga armatuuriteras

a — mark Cr. 5 (ГОСТ 5781-53); *b* — mark 25ГC (ГОСТ 7314-55)

sooned ei moodusta kruijooont, vaid on paigutatud kalasabakuju-
liselt (joon. 20, b). See võimaldab teda hõlpsalt eraldada terasest
mark Cr. 5. Vähelegeeritud armatuurivarraste läbimõõt on 6 kuni
40 mm.

Külmaltmuljutud perioodilise profiiliga armatuuriks
(ГОСТ 6234-52) on ümarvardad, mis on paralleelselt varda piki-
teljega vaheldumisi kahes ristivas suunas kokku muljutud
(joon. 21).



Joon. 21. Külmaltmuljutud perioodilise profiiliga
armatuuriteras

Külmaltmuljutud perioodilise profiiliga armatuur nr. 6 kuni
nr. 32 (tabel 4) valmistatakse ins. A. I. Avakovi konstrueeritud
pinkidel kuumaltvaltsitud ümarterastest mark Cr. 0, Cr. 3 ja Cr. 5,
mis saadakse tehastest kimpudes või kerades.

Tabel 4
Külmaltmuljutud perioodilise profiiliga armatuuriterase sortiment

Varda nr. (lä- bimõõt enne muljumist mm)	<i>a</i> mm	<i>b</i> mm	Ristlõike arvu- tuslik pind cm ²	1 jm kaal kg	Lubatavad kõr- valekaldumised mõõdetest mm
6	4,5	30	0,28	0,2	
8	6	30	0,50	0,35	<i>a</i> + 0,2
10	7,5	30	0,79	0,55	
12	9	30* ja 55**	1,13	0,8	<i>b</i> ± 1,5
14	10,5	30* ja 55**	1,54	1,09	
15	11,2	55	1,77	1,19	<i>a</i> + 0,3
16	12	55	2,01	1,45	
18	13,5	55	2,54	1,81	<i>b</i> ± 1,5
19	14,2	55	2,84	2,00	
20	15	55	3,14	2,23	
21	15,7	55	3,46	2,45	
22	16,5	55	3,80	2,70	<i>a</i> + 0,5
24	18	55	4,52	3,20	
25	18,7	55	4,91	3,47	
28	21,2	55	6,16	4,37	<i>b</i> ± 1,5
30	22,5	55	7,07	5,05	
32	24	55	8,04	5,75	

* Valtsitakse pingil MA-50.

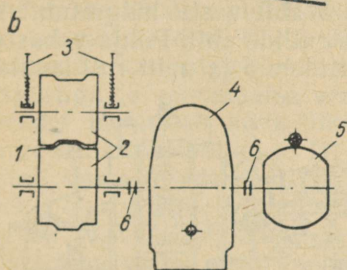
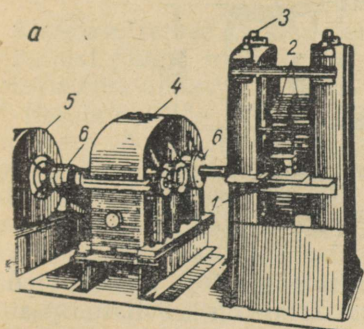
** Valtsitakse pingil BA-49.

Tehased valmistavad kolme tüüpi muljumispinke:

a) väike muljumispink — mudel MA-49 — 6 kuni 14 mm läbimõõduga armatuurivarraste muljumiseks; pingil puuduvad automaatkäärid varraste lõikamiseks;

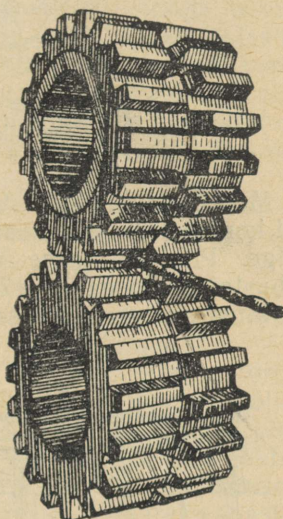
b) väike muljumispink — mudel MA-50 — 6 kuni 14 mm läbimõõduga armatuurivarraste muljumiseks; pingil on automaatkäärid varraste lõikamiseks ettenähtud pikkusele;

c) suur muljumispink — mudel BA-49 — 12 kuni 32 mm läbimõõduga varraste muljumiseks.



Joon. 22. A. I. Avakovi tüüpi suur muljumispink (BA-49)

a — üldvaade; b — kinemaatiline skeem;
1 — armatuur; 2 — valtsid; 3 — pingutus-
kruvid; 4 — reduktor; 5 — elektrimootor;
6 — sidurid



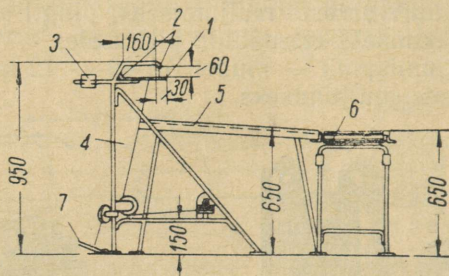
Joon. 23. A. I. Avakovi muljumispingi valtsid

Muljumispink (joon. 22) on pideva toimega valtsimismasin, mis töötab järgmiselt: elektrimootori 5 pöörlemine kantakse siduri 6 kaudu üle reduktorile 4 ning teise siduri 6 kaudu valtsidele 2, mis on ühendatud üheks valtsraamiks. Valtsraam, reduktor ja elektrimootor on monteeritud ühisele alusraamile.

Muljumise määr sõltub valtside vahekaugusest, mis on reguleeritav vastavalt muljutavate terasvarraste läbimõõdule. Terasvarras juhitakse käsitsi masina suudmesse; seal haaratakse ta valtside vahele, mis suruvad varda vaheldumisi horisontaal- ja

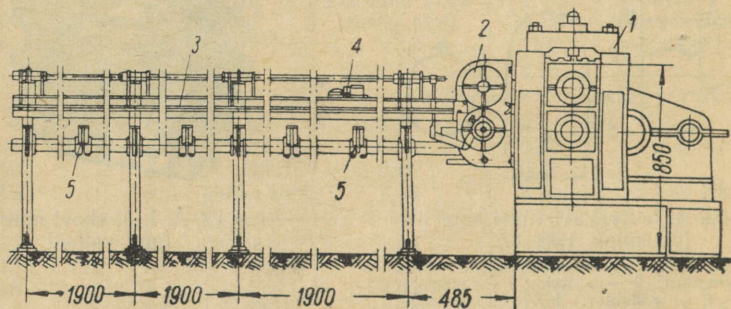
vertikaalpinnas lapikuks. Kõverdunud vardad õgvenduvad muljumisel.

Et hõlbustada ümarvarraste juhtimist muljumisingi suudmesse, kasutatakse rull-laudu. Muljutud varraste vastuvõtmiseks seatakse üles N. S. Zamkovi konstrueeritud metallrenn (joon. 24).



Joon. 24. N. S. Zamkovi tüüpi avaneva põhjaga metallkast muljumisingi BA-49 juurde

Metallrenn koosneb tasapinnalisest põhjast 1, mis on riputatud konksudele, ja kahest külgseinast 2, mis on keevitatud postide külge. Põhi surutakse vastukaalu 3 abil vastu külgseinu. Põhi vabastatakse pedaaliga 7 trossi 4 ja rullide abil. Põhja vabastamisel langevad vardad rennist kaldlattidele 5 ja neilt rull-lauale 6.



Joon. 25. A. I. Avakovi konstrueeritud väike muljumispink (MA-50) koos armatuuri automaatse löikeseadmega

1 — muljumispink MA-50; 2 — löikemehhanism; 3 — vastuvõtu- ja mootmiseadeldis; 4 — piiraja; 5 — valmis armatuurivarraste vastuvõtja

A. I. Avakovi konstruktsiooniga väikeste muljumispinkide (joon. 25) ehitus on samasugune. Pingil töötavad kaks töölist: V—VI liigi motorist ja III liigi abitööline.

Plastiliste deformatsioonide tõttu omandab armatuuriteras mark Cr. 0 ja Cr. 3 külmalt muljumisel kõrgendatud voolavuspiiri; tekib nn. kalistus, mille tõttu terase tugevusomadused paranevad

tunduvalt. Kui enne töötlemist oli ümarterase mark Cr. 0 voolavuspiir vähemalt 1900 kg/cm², terasel mark Cr. 3 aga 2400 kg/cm², siis pärast külmalt muljumist on perioodilise profiiliga terase voolavuspiir vähemalt 3500 kg/cm².

Peale armatuuri ja betooni nakke tugevdamise võimaldab külmaltmuljutud perioodilise profiiliga terase kasutamine vähendada armatuurikulu terase suurema tugevuse arvel.

3. ARMATUURITERASE KALIBREERIMINE

Armatuuriterase kalibreerimiseks nimetatakse varraste külmalt venitamist jõuga, mille mõjul vardas tekivad antud terasemargi voolavuspiiri ületavad pinged. Nendel pingetel on täpselt määratud (kalibreeritud) suurus. Kalibreerimise tõttu teras kalestut ning tema voolavuspiir vastavalt tõuseb, olles kalibreeritud varda kogu pikkuses kindlaksmääratud suurusega ja konstantne. Kalibreerimisel toimub samaaegselt ka varda tõmbeproov: defektidega vardad katkevad kalibreerimispinge all, hea kvaliteediga terasest vardad aga peavad seda taluma.

Kalibreerida võib ins. L. B. Mitgarts'i seadmel, milles kalibreerimisjõu suurust reguleeritakse vastava koormuse raskusega, mis rakendatakse vardale plokkidesüsteemi abil.

Nimetatud seadme (joon. 26) põhiosaks on armatuuri sirgeks tõmbamiseks kasutatav lõputu tross, mida on täiendatud koormuspolüspastiga ja automaatse venituspinge-reguleerijaga.

Seadet teenindab kolmeliikmeline töötlüli: VII liigi motorist, IV liigi armatuuritööline ja III liigi abitööline¹. Armatuuritööline kinnitab varraste otsad kiiludega 12 ja 13. Tema signaali järel lülitab motorist sisse vintsi, mis venitab vardaid. Kui ettenähtud pinge on saavutatud, tõuseb kaaluvihtide komplekt koormusseadeldisel ning vintsi elektrimootor lülitub välja. Seejärel vabastab motorist varda koormusest, vintsi trumlit järk-järgult pidurdades; armatuuritöölised vabastavad kalibreeritud varda kiilude vahelt ja asetavad kohale uue.

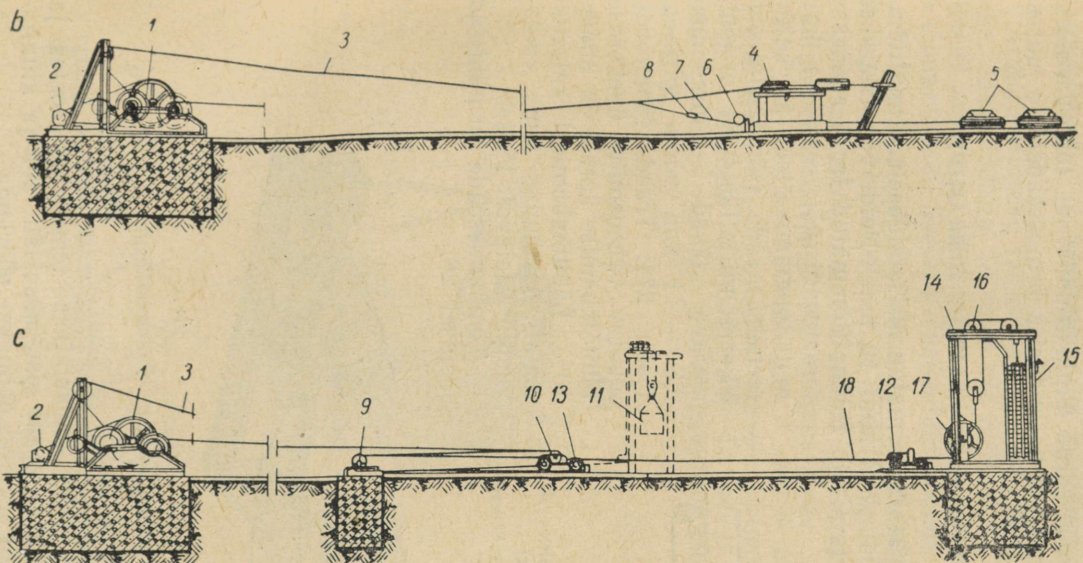
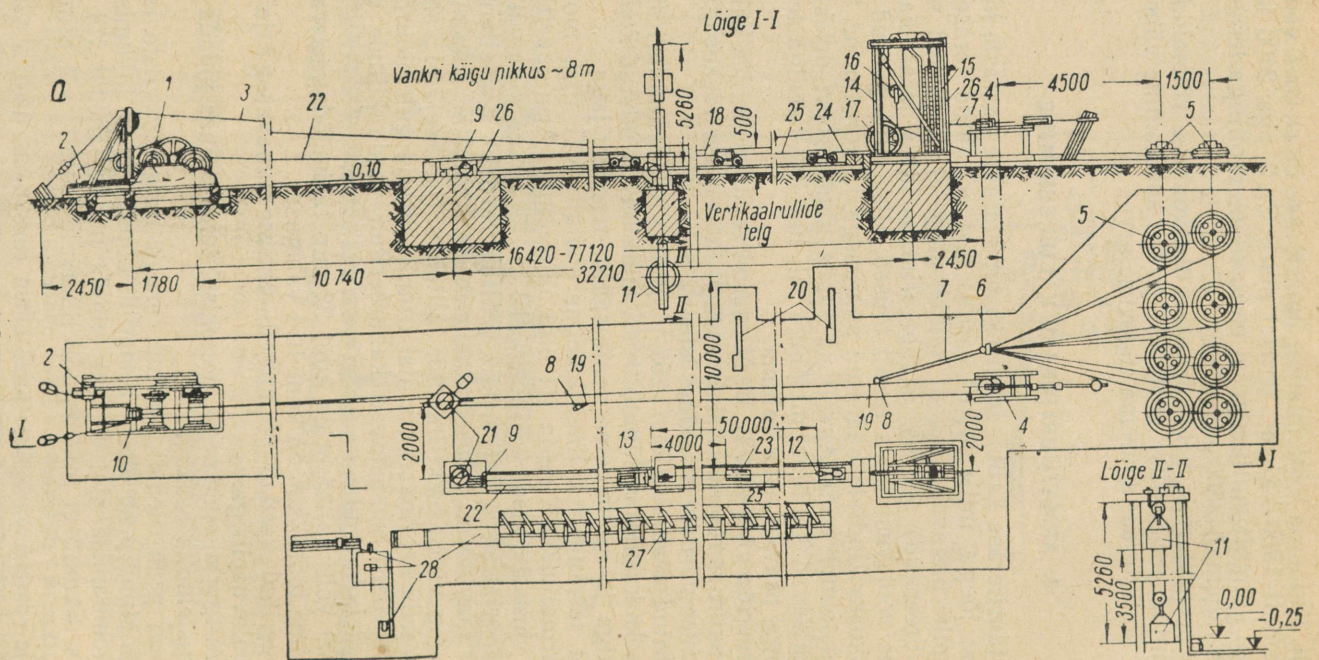
Seadmel võib kalibreerida kuni 22 mm läbimõõduga terasvardaid. Seadme tootlikkus on kuni 10 t vahetuses.

Kalibreeritud vardad on sirged, ühtlase tugevusega ja ettenähtud voolavuspiiriga.

L. B. Mitgarts'i seadmega töötamisel tuleb silmas pidada järgmisi ohutustehnika eeskirju.

Töötsoon peab olema piiratud taraga ning kõrvaliste isikute juurdepääs sinna peab olema keelatud. Lõputu trossi liikumise või varraste tõmbamise ajal ei tohi viibida nende lähedal või neist üle ronida. Samuti ei tohi astuda liikuvale trossile või armatuu-

¹ Siin ja edaspidi on tööliste liigid antud enne 1. okt. 1960. a. kehtinud kvalifikatsiooni-karakteristikate järgi.



Joon. 26. L. B. Mitgarts'i konstrueeritud õgvendus- ja kalibreerimiseseade

a — seadme üldvaade; b — seadme skeem vihtide lahtikerimisel; c — seadme skeem kalibreerimisel; 1 — kahterulliline friktioonvinti tõmbejõuga 2,5 t; 2 — 19,6-kW elektrimootor; 3 — lõputu trossi armatuuri lahtitõmbamiseks, läbimõõduga 20,5 mm; 4 — lõputu trossi pingutamise seade; 5 — armatuurivihtide kerilauad; 6 — armatuuri juhtrollid; 7 — armatuuritraadid vihtidelt; 8 — lõputu trossi haardeseade; 9 — horisontaalse polüspasti pööratava ploki; 10 — horisontaalse polüspasti liikuv plokk; 11 — horisontaalse polüspasti kontrollkoormus; 12 — kiillukk nr. 1 vankril; 13 — kiillukk nr. 2 horisontaalse polüspasti ploki samal vankril; 14 — kalibreerimiseseadme koormuse raam; 15 — malmvihtide tõmbejõu reguleerimiseks; 16 — koormuseadme polüspast; 17 — koormuseadme ülekandeplokk; 18 — kalibreeritava armatuurivarras; 19 — armatuuri kinnituskohal lõputul trossil; 20 — käärid armatuuri käsitsi löikamiseks; 21 — horisontaalpolüspasti trossi plokirattad; 22 — tõmbetross läbimõõduga 30 mm; 23 — kiilluku kinnituskohal läbimõõduga 28 mm, kiilluku kinnitamiseks; 24 — tross läbimõõduga 28 mm armatuuri kiilluku kinnitamiseks löikamiseks; 25 — pikendustross läbimõõduga 28 mm, kiilluku kinnitamiseks; 26 — vinti elektrimootori lülid (2 tk.); 27 — rull-laud kalibreeritud varraste edasitõmbamiseks löikamiseks; 28 — löikamismasin, kaldpinnaga laud ja tööpink mootorilaua ning otsa toega

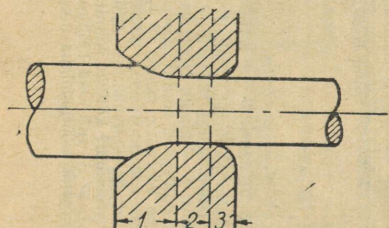
rile ning seadme osi töötamise ajal lahti monteerida või kohendada. Enne varraste venitamist peavad töölised eemalduma neist vähemalt 5 m kaugusele.

Koormusseadeldise pool asuvale vagonetile tuleb asetada roopa taha ankurdatud trossist kaitsesilmus.

Pärast kalibreeritava varda kinnikiilumist ei tohi vahetada kaaluvihete ega teha mingeid parandusi koormusseadeldise juures.

4. ARMATUURITERASE KÜLMALT TÕMBAMINE

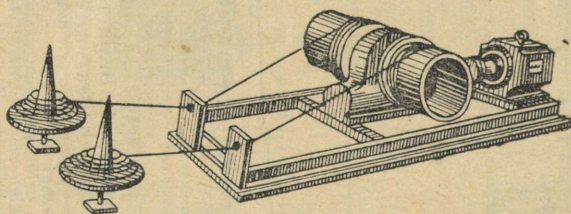
Viimasel ajal kasutatakse armatuuriks laialdaselt külmalttõmmatud traate läbimõõduga 3 kuni 10 mm. Neid valmistatakse terastest mark Cr. 0 ja Cr. 3. Külmalttõmmatud traat saadakse



Joon. 27. Traadi tõmbamine läbi filjeeri (tõmbesilma)
1 — filjeeri suruv osa; 2 — kalibreeriv osa; 3 — suue

terastraadi või -varraste külmalt tõmbamise teel läbi kalibreeritud avade (tõmbesilm ehk filjeer), mille läbimõõt on tõmmatava traadi läbimõõdust 0,5 — 1 mm võrra väiksem (joon. 27). Traadi läbimõõdu lubatav vähenemine ühekordse läbitõmbamise korral on umbes 10%. Läbitõmbamisel kaestub metall, kusjuures tema voolavuspiir vastavalt tõuseb.

Tõmbamiseade on näidatud joonisel 28.



Joon. 28. Tõmbamiseadme töötamiskeem

Enne traadi läbitõmbamist puhastatakse tema pind roostest ja tagist, tema ots teritatakse, traat pistetakse läbi ava ja kinnitatakse tõmbetrumlile, mis seejärel pannakse pöörlema.

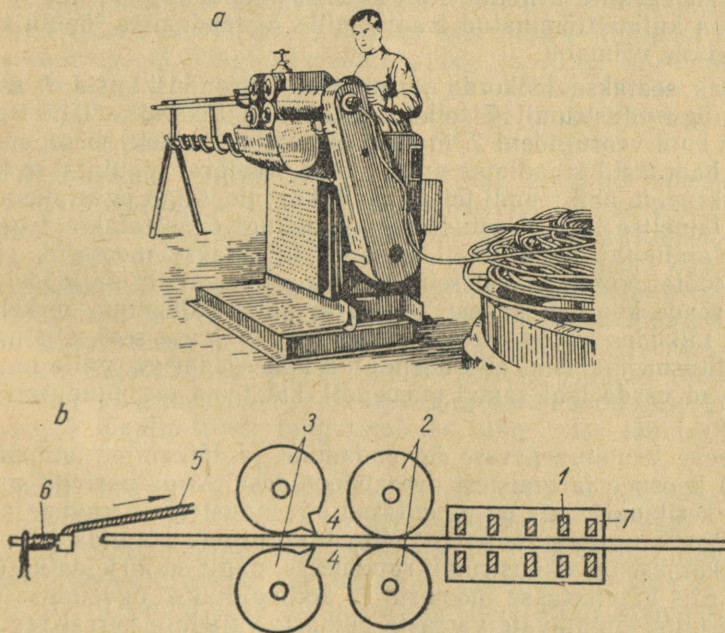
ARMATUURITERASE ÕGVENDAMINE

I. ÜMARTERASE ÕGVENDAMINE JA LÕIKAMINE AUTOMAATPINKIDEL

Armatuuriterast läbimõõduga kuni 14 mm nimetatakse peeneks, läbimõõduga 14 mm või rohkem — jämedaks. Peene ja jämeda armatuuri töötlemiseks kasutatakse erinevaid mehhanisme ja töömeetodeid. Seetõttu vaadeldakse nende töötlemist eraldi.

Ehituses kasutatakse üha enam automaatpinke peene armatuuri üheaegseks õgvendamiseks ja lõikamiseks.

Vihtides ümarterase (katanka) õgvendamiseks ja lõikamiseks kasutatakse mitmesuguseid automaatpinke: Nossenko-tüüpi pink (joon. 29) terasele läbimõõduga 3 kuni 8 mm (AH-8) ja 4 kuni 14 mm (AH-14), pink C-234 terasele läbimõõduga 5—13 mm ja C-338 — terasele läbimõõduga 3—14 mm jt. Automaatsete armatuuri õgvendus- ja lõikepinkide tehniline karakteristika on antud tabelis 5.



Joon. 29. Automaatpink AH-8 armatuuriterase \varnothing 3—8 mm õgvendamiseks ja lõikamiseks

a — üldvaade; *b* — töötamisskeem

Armatuuriterase automaatsete õgvendus- ja lõikepinkide karakteristik

Näitajate nimetused	Mõõtühik	Pingi tüüp			
		AH-8	AH-14	C-234	C-338
Ogvendatava ümarterase läbimõõt:					
minimaalne	mm	3	4	5	3
maksimaalne	"	8	14	13	14
Varraste pikkus automaatse lõikamise korral:					
minimaalne	"	470	170	—	188
maksimaalne	"	3000	7000	7000	8000
Tehniline etteandekiirus	m/sek	1	0,4 (0,9*)	0,5	0,55
Keskmine tootlikkus	t/vah.	3,8	5,2	4,5	—
Elektrimootorite arv	tk.	2	2	1	1
Mootorite võimsus:					
õgvendustrumli	kW	1,5	2,5	—	—
vedaval võllil	"	2,2	7,5	7	7

* Etteandekiirus sõltub töödeldava varda läbimõõdust.

Peale tavalise armatuuriterase saab pinkidel õgvendada ja lõigata ka külmalttõmmatud traati, mille õgvendamine lõputu trossiga ei ole võimalik.

Pink seatakse töökorda järgmiselt. Õgvendusklotsid 1 asetatakse õgvendustrumli 7 teljele, traadi ots lükatakse läbi trumli avade kuni veorullideni 2. Mootor lülitatakse hetkeks sisse, et rullid 2 haaraksid traadiotsa endi vahele. Seejärel nihutatakse klotsid 1 kruvide abil trumli teljest veidi kõrvale, nii et õgvendusruum saab lainelise kuju. Vastuvõtorenni otstugi 6 asetatakse trossi 5 abil vajalikule kaugusele; seejärel lülitatakse mootorid sisse. Pink töötab automaatselt seni, kuni kogu traadiviht on töödeldud. Lõikeseade koosneb kahest kettast 3, mille välispinna keskel on soon. Liikudes otstoe poole, jookseb varras soone sees. Otstugi 6 on lülitusmehhanismi abil ühendatud lõikeseadmega, mille noad 4 lõikavad varda läbi samal momendil, kui tema ots puudutab otstuge 6.

Peene armatuuriterase õgvendamine ja lõikamine automaatpingil koosneb järgmistest operatsioonidest. Armatuuriviht asetatakse kerilauale, mis on paigutatud õgvendustrumli suudme poole 1,5—2 m kaugusele tööpingist, 40 cm kõrgusele põrandast. Traadi ots lükatakse õgvendustrumli suudmesse, nagu on kirjeldatud ülalpool. Siis käivitatakse mootorid ja kontrollitakse õgvenduse kvaliteeti ning lõigatavate varraste pikkust; vajaduse korral reguleeritakse klotse ja otstuge. Seejärel lülitatakse pink pidevalt tööle. Järgmise traadivihiga korratakse samad operatsioonid.

Nende pinkide iseärasuseks on, et nad peale varraste õgventa-

mise ühtlasi puhastavad need roostest, tagist ja mustusest kuni metalse läikeni.

Pinki teenindab kahest töölisest koosnev lüli: V liigi motorist juhib ja hooldab pinki, III liigi tööline asetab traadivihid kerilauale ja viib ära valmislõigatud vardad.

Töö pinkidel AH-14, C-234 ja C-338 toimub samuti nagu pingil AH-8. Neil pinkidel võib õgvendada terast mark Ст. 3 ja Ст. 5. Peale selle võib pingil C-338 õgvendada kõrgemargilisi armatuuri-teraseid läbimõeduga kuni 9 mm.

2. PEENE ÜMARTERASE (KATANKA) ÕGVENDAMINE LÖPUTU TROSSIGA

Kui ehitusel automaatpinke ei ole, kasutatakse traadi lahtikerimiseks, sirgektõmbamiseks ja lõikamiseks mehhaniseeritud seadet — nn. lõputut trossi (joon. 30).

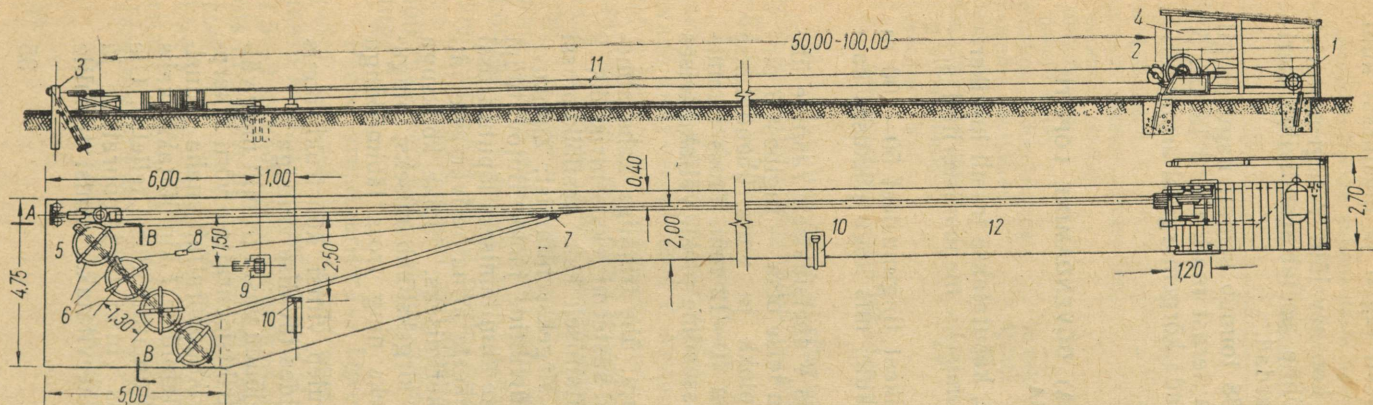
Seade ehitatakse olenevalt kohalikest tingimustest 50—100 m pikkusele ja 2,5—3 m laiusele väljakule, mis kogu pikkuses kaetakse puitlaudisega 12.

Väljaku ühte otsa seatakse putkas 4 spetsiaalsele raamile ühe trumliga vints 2 mootoriga 1; väljaku teise otsa — tugipost 3 pingutusseadmega 5. Pingutusseadme plokk ja vints ühendatakse lõputu trossiga 11, mille läbimõõt on 10—12 mm. Tross tõmmatakse väljaku ühes otsas üle pingutusseadme ploki, väljaku teises otsas aga üle vintsi friktsioonratta.

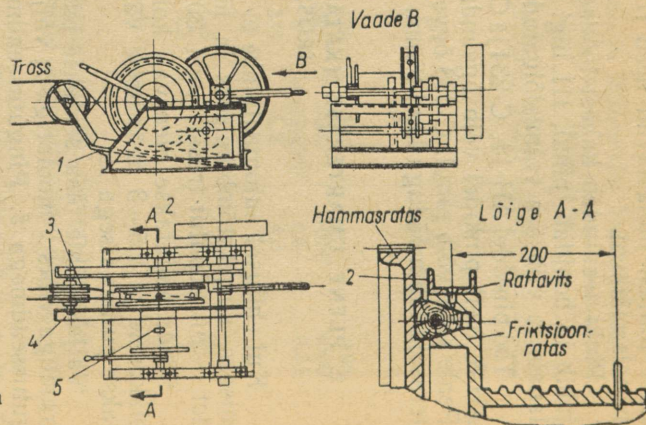
Sellise seadme ehitamiseks on vaja: ühe trumliga kaheastmeline vints tõmbejõuga 1,25 t; Burini-süsteemi eksentsentrilukk 9 traadiotste kinnitamiseks sirgeksvenitamisel; kaks käsilõikepressi 10 traadiotste äralõikamiseks pärast sirgeksvenitamist; Zamkovi- või Kniženko-tüüpi kerilauad 6 traadivihtide jaoks, Butovi-tüüpi kinnitusplaat 7 armatuurivarraste otste kinnitamiseks lõputu trossi külge; Butovi-tüüpi jätkuplaat 8 lühikeste armatuurivarraste jätkamiseks; liikuv konks traadi lahtikerimiseks; lühike konksuga varustatud pingutustross terasvarda sirgektõmbamiseks; pingutusseade 5 lõputu trossi pingutamiseks ning tross läbimõeduga 10—12 mm.

Lõputu trossiga õgvendamisel tuleb vintsi konstruktsioonis teha rida muudatusi (joon. 31), võrreldes tavalise vintsiiga.

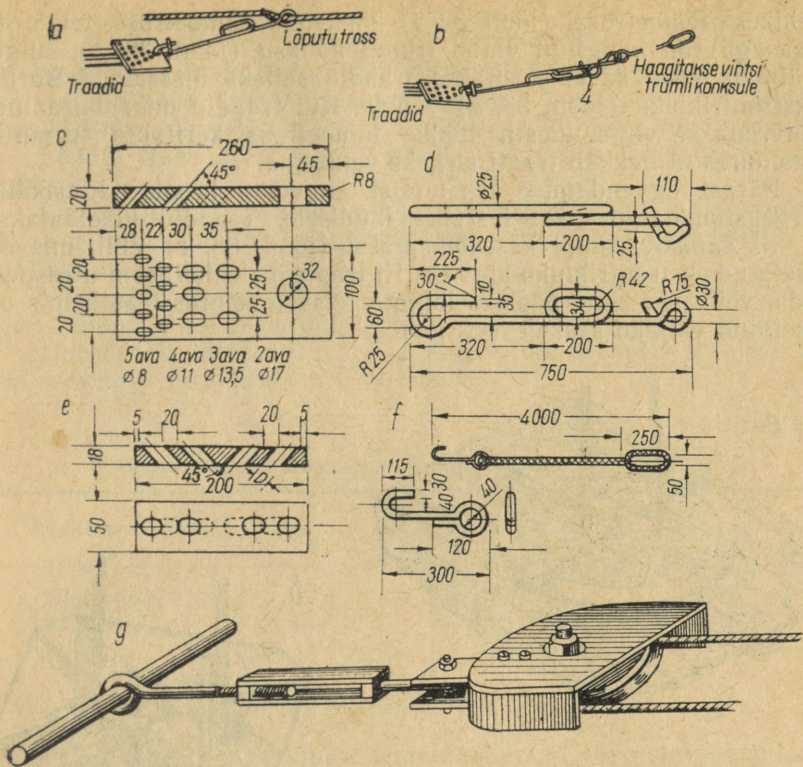
Et suurendada lõputu trossi hõõrdejõudu vastu trumlit ning vältida tema mahalibisemist, asetatakse friktsioonrattale võru 2 karp-rauast nr. 10 (enne seda võetakse friktsioonrattalt maha piduri-lint). Vintsi raamile keevitatud kronsteinidele 1 kinnitatakse kaks plokki 3, mis pöörlevad üksteisest sõltumatult ühisel teljel 4. Üle nende plokkide juhatakse lõputu tross vintsi friktsioonrattale ja pingutusseadme plokkile. Peale selle keevitatakse vintsi trumlile



Joon. 30. Lõputu trossi seadme üldvaade (mõõted meetrites)



Joon. 31. Rekonstrueeritud ühe trumliga kaheastmeline vint



Joon. 32. Abinõu rullterase (katanka) lahtikerimiseks ja sirgeksvõnamiseks

a — liikuva koksule kinnitus lõputule trossile vihtide lahtikerimisel; b — liikuva koksule kinnitamine tõmbetrossi koksule terase sirgeksvenitamisel; c — Butovitüüpi plaat lahtikeritava traadi otste kinnitamiseks; d — liikuv koks; e — plaat lühikeste teraselõikude ühendamiseks; f — tross ja koks terase sirgeksvõnamiseks; g — lõputu trossi pingutusseade

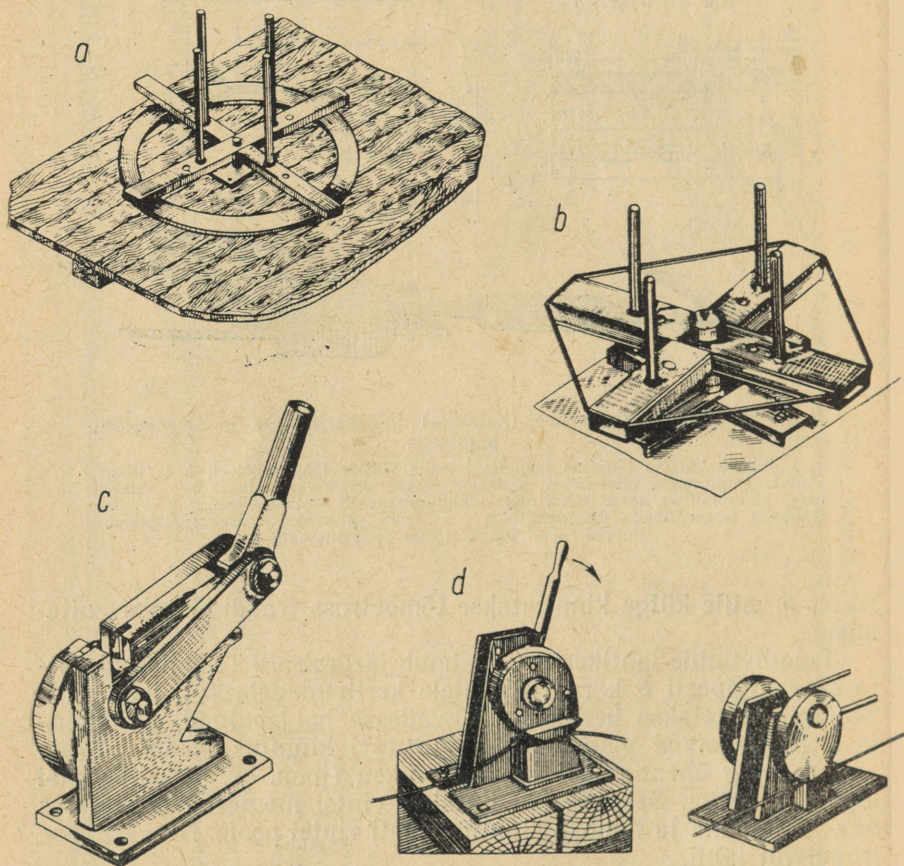
konks 5, mille külge kinnitatakse tõmbetross traadi sirgeksvenitamisel.

Traadivihtide lahtikerimine toimub järgmiselt. Traadivihid asetatakse tugiposti 3 kõrval olevatele kerilaudadele (vt. joon. 30). Seejärel pistetakse kerilaudade avadesse hoidepulgad. Lahtikeritava traadi otsad pistetakse läbi Butovi kinnitusplaadis olevate aukude ning ühendatakse liikuva koksule (joon. 32, a) abil vintsi lõputu trossiga. Seejärel käivitatakse vintsi mootor, lõputu tross hakkab liikuma ja tõmbab kinnitusplaati vintsi poole. Nii keritakse traadiviht lahti.

Traadi sirgeksvenitamise (õgvendamise) alustatakse siis, kui liikuv koks lahtikerimisel läheneb vintstile. Viimane lülitatakse välja, liikuv koks vabastatakse lõputult trossilt ja haagitakse

lühikese tõmbetrossi (joon. 32, *f*) konksule. Tõmbetrossi teine ots (aasaga) on haagitud vintsi trumli konksu (joon. 32, *b*) külge. Väljaku teisel äärel surutakse traadid selleks ülesseatud Burini ekstsentriluku (joon. 33, *d*) vahele. Kui traadid on ankurdatud, käivitatakse vints uuesti, lühike tõmbetross keritakse trumlile, kusjuures ta hakkab traati sirgeks venitama.

Pärast õgvendamise lõpetamist antakse vintsil tagasikäik; sirgeks tõmmatud traat lastakse laudisele. Traadid tükeldatakse N. S. Zamkovi tüüpi käsi-lõikepressi (joon. 33, *c*) abil, mis on asetatud ekstsentriluku kõrvale. Et traate oleks hõlpsam transportida, võib nad enne pooleks lõigata teise lõikepressi abil, mis on asetatud väljaku keskele (vt. joon. 30).



Joon. 33. Seadmed terastraadi lahtikerimiseks ja sirgeks tõmbamiseks
a — Zamkovi-tüüpi kerilaud; *b* — Knizhenko kerilaud; *c* — Zamkovi käsikäär; *d* — Burini ekstsentrilukk (ühekoradne ja kahekoradne)

Sirgekstõmmatud traadi lõikamiseks võib kasutada ka A. M. Dronovi tüüpi teisaldatavat mehaanilist lõikepressi, mis monteeritakse kitsarööpmelisele platvormile. Lõikepressi võib hõlpsalt piki lõputut trossi edasi nihutada ja tema abil võib lõigata kuni 16 mm läbimõõduga terast kiirusega kuni 30 lõiget minutis.

Lõputu trossiga võib lahti kerida ja sirgeks tõmmata üheaegselt mitu traati.

Lõputut trossi teenindavad kaks armatuuritöölist ja motorist. IV liigi armatuuritööline töötab vintsi juures, III liigi tööline — väljaku teises otsas.

Väikese töömahu korral võib armatuuritraati lahti kerida ja sirgeks tõmmata ka käsivintsi abil.

Üheaegselt lahtikeritavate ja sirgekstõmmatavate traatide arv on soovitav võtta vastavalt tabelile 6.

Tabel 6

Üheaegselt lahtikeritavate ja sirgekstõmmatavate traatide arv

Kasutatav seadis	Armatuuritraadi läbimõõt mm				
	6	8	10	12	14
Lõputu tross	6—4	3—2	2—1	1	1
Käsivints	4—3	2—1	1	1	1

3. JÄMEDA ARMATUURI ÕGVENDAMINE

14—40 mm läbimõõduga armatuuriterase varraste õgvendamiseks kasutatakse suuremahuliste tööde puhul võimsat masinat (joon. 34), milles vardad liiguvad pöörlevate rullide vahelt läbi. Pikkade (üle 3 m) varraste õgvendamiseks tuleb pingi etteandmisvankrit muuta.

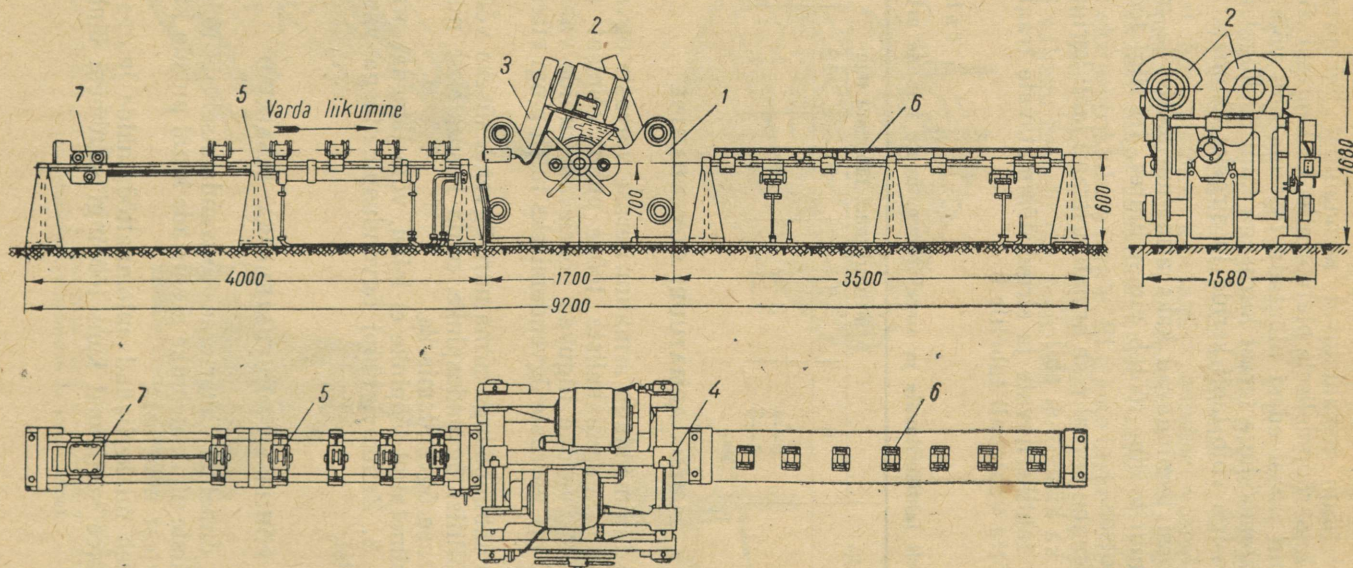
Üle 40 mm läbimõõduga armatuuri õgvendamiseks võib kasutada seitsmevõllilisi õgvenduspinke, mida kasutatakse nii torude kui ka ümarterase õgvendamiseks.

Seal, kus nimetatud tööpinke ei leidu, võib jämedat armatuuri õgvendada N. S. Zamkovi tüüpi õgvendusplaatidega varustatud tööpingil käsitsi.

4. PÕHILISED OHUTUSTEHNICA EESKIRJAD

Et vältida õnnetusi ümarterase õgvendamisel ja lõikamisel, tuleb peale üldiste ohutustehnika eeskirjade kinni pidada ka mõnedest täiendavatest nõuetest.

Näiteks tuleb nii kerilauad automaattööpinkide juures kui ka traadi liikumistee kerilauast kuni tööpingi suudmeni ümbritseda kaitsepiiretega.



Joon. 34. Tööpink ümarterase (läbimõõduga 14—40 mm) õgvendamiseks (mudel 9416)

1 — pingi kere; 2 — elektrimootor; 3 — reduktor; 4 — suunajad; 5 — stellaažid varraste etteandmiseks; 6 — stellaažid varraste vastuvõtmiseks (noolega on näidatud varda liikumissuund); 7 — etteandevanker

Kõik automaattööpinkide ja vintside pöörlevad osad peavad olema varustatud tugevate kaitsepiiretega. Ogvendustrumli pöörlemise ajal on keelatud juhtida traadiotsa pingi suudmesse.

Elektrijuhtmed pingi juures tuleb kaitsta võimalike mehaaniliste vigastuste eest. Tööpingi korpus tuleb maandada.

Töötavat tööpinkki ei tohi puhastada, määrida ega remontida. Enne tööpingi käivitamist tuleb veenduda tema korrasolekus. Ilmnenud puudused tuleb kohe kõrvaldada.

Armatuuriterase mehaanilisel lõikamisel tuleb enne töö algust pöörata rihmaratast mõned korrad käsitsi, kontrollida nugade õiget asendit, laagrite kinnitust, hammasülekande tööd ja veorihma korrasolekut.

Traadi õgvendamisel lõputu trossi abil tuleb enne kontrollida vintsi pidurite korrasolekut. Üle lõputu trossi ja sirgekestõmmata-vate traatide käimine on keelatud.

Pärast vahetuse lõppu tuleb mehhanismid, samuti ka kogu töökoht puhastada ja korda seada.

III peatükk

ARMATUURIVARRASTE JÄTKAMINE ELEKTRIKEEVITUSEGA

Tehastes valmistatakse armatuurivardaid pikkusega 6, 9 ja harvemini 12 m. Raudbetoonkonstruktsioonide armeerimiseks vajatakse mõnikord hulga pikemaid vardaid. Neil juhtudel tuleb vardaid jätkata.

Vardaid võib jätkata mitmeti: kas keevitusega või vaheliti, ilma keevitamata, s. o. asetades varraste otsad üksteise kõrvale. Vaheliti asetatud varraste ülekatte pikkused harilikust betoonist konstruktsioonides ei tohi olla vähemad tabelis 7 antud suurustest.

Jätkukohtades vaheliti asetatud varraste otsad peavad olema sidumistraadiga kokku seotud. Seotakse kahekordsete sõlmedega kolmes kohas: ülekatte otstes ja keskel.

Ümarterase jätkamine ülekattega, ilma keevituseta, põhjustab metalli ülekulu ja raskendab betoneerimist. Jätkud on konstruktsioonis tavaliselt alati kõige nõrgemaks kohaks.

Elektrikeevituse kasutamine armatuurivarraste jätkamisel omab eriti suurt tähtsust, sest sellega vähendatakse tunduvalt metalli kulu, konstruktsioon saadakse parema kvaliteediga ning on kergemini valmistatav.

Keevituseks nimetatakse üksikute metallelementide ühendamist nende liitekohta kuumutamise teel kuni kokkusulamiseni. Elektri keevituseks nimetatakse metalli keevitamise meetodit, mille juures soojusallikana kasutatakse elektrienergiat.

Mitmesuguste varraste ülekatte suurused

Armatuuri liik	Ülekate varda läbimõõtu			
	konstruktsiooni tõmbetsoonis		konstruktsiooni survetsoonis	
	plaatides ja seintes	muudes konstruktsioonides	kui varraste otstes on konksud	kui varraste otstes on puuduvad
Kuumaltvaltsitud sileda-pinnalise profiiliga	40	30	20	30
Kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga, terasest Cr. 5	40	30	—	30
Sama, terasest mark 25 TC	50	40	—	40
Külmaltmuljutud perioodilise profiiliga	45	35	—	35

Märkus. Siledapinnalisel ümarterasel arvestatakse varda tegelikku läbimõõtu, kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga terasel — arvutuslikku läbimõõtu (profiili numbrit), külmaltmuljutud terasel — varda läbimõõtu enne töötlemist.

1. ELEKTRIKEEVITUSE VIISID JÄTKAMISEL

Varraste ühendamiseks kasutatakse põhiliselt kahte elektrikeevituse viisi — kaarkeevitust ja kontaktkeevitust.¹

Kaarkeevitusel toimub keevitatavate elementide kohalik sulatamine kaarleegi abil.

Kaarkeevitusel ühendatakse üks juhe elektrodiga, mis on kinnitatud vastavasse hoidjasse, teine — keevitatava detailiga. Pärast seadme sisselülitamist suleb keevitaja vooluahela, puudutades keevitatavat kohta kergelt elektrodiga ning viies viimase kohe 2—4 mm kaugusele tagasi. Seejuures tekib kaarleek, mis on kõrge temperatuuriga ja sulatab elektroodi otsa ning põhimetalli leegi teise otsa kohal. Elektroodi sulanud metall voolab alla, liitub keevitatavate elementide põhimetalliga ja moodustab nii keevisõmbeluse. Keevisliite tugevuse määrab õmbeluse kvaliteet — läbikeevituse sügavus. Kvaliteetse keevisliite saamiseks on oluline kaarleegi pikkus: mida lühem ta on (mitte üle 3—4 mm), seda parem, sest pikk leek soodustab ümbritsevast õhust hapniku ja lämmastiku sattumist sulanud metalli, kus nad halvendavad õmbeluse mehaanilisi omadusi.

¹ Teised jätkamise viisid (vann-kaarkeevitus, elektriräbukeevitus jt.) on praktikas veel vähe levinud.

Kaarkeevitust kasutatakse peamiselt suure läbimõõduga varaste jätkamiseks, karkasside ühendamiseks ruumilisteks armatuuriplokkideks ja armatuuriplokkide kinnitamiseks monteerimiskohal; kuid kontaktkeevituse aparatuuri puudumisel kasutatakse seda ka kõigil muudel töödel.

Kontaktkeevitus on armatuurivarraste ühendamisel üheks kõige efektiivsemaks ja ökonoomsemaks meetodiks. Kontaktkeevitus põhineb varaste soojenemisel neist läbilastava elektrivoolu toimel, kusjuures eriti palju eraldub soojust varraste kokkupuute-(kontakt-)pindadel. Tänu kontaktpinna suurele takistusele kuumeneb varraste puutekoht ja sulab üles. Kui vardad samal ajal kokku suruda, siis nad keevituvad kokku.

Kontaktkeevitusel keevitatakse jätkatavate varraste otsad kokku vahetult, ilma lisametallita.

Mida tugevam on vool, seda kiiremini sulab metall ja seda vähem aega kulub keevitamiseks. Keevitusaja lühendamiseks viiakse voolutugevus kuni 10—20 tuhande amprini, mille tõttu metall sulab keevituskohas peaaegu silmapilkselt; voolu mõjumaeg avaldub sel juhul vaid sekundi murdosades, sõltuvalt keevitavate varraste läbimõõdust.

Pökk-kontaktkeevitus on eriti efektiivne varraste hulgalisel valmistamisel, kui keevitus eelneb nende lõikamisele ja painutamisele. Sel juhul väheneb tunduvalt ülejäävate rauajuppide arv ning enamiku neist võib uuesti kokku keevitada ja ära kasutada.

2. JÄTKUDE LIIGID

Kontaktkeevitusega jätkatakse vardad ots otsa vastu (pökkühendus), nagu on näidatud joonisel 35. Pökk-keevituse korral varda tugevus ühenduskohas ei vähene. Jätkukoha jämenemine on väike, teda võib paigutada ükskõik kuhu ja ta ei takista betoneerimist.



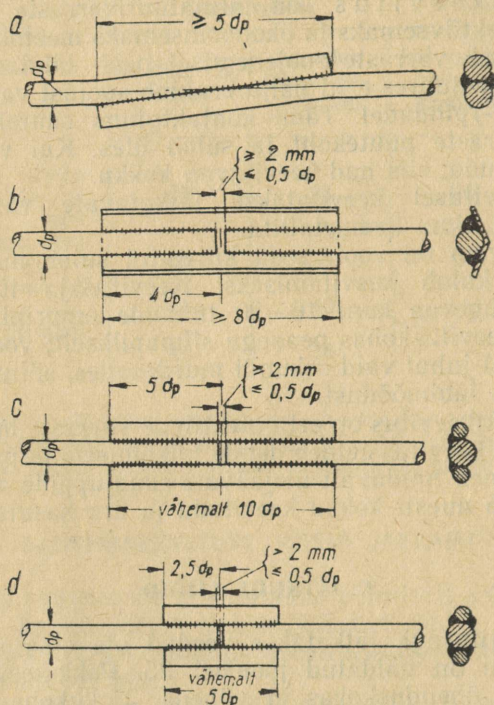
Joon. 35. Pökk-kontaktkeevituse teel jätkatud ümarvardad

Parema kontakti saamiseks varda ja hoidja vahel puhastatakse varraste otsad enne keevitust smirgelkäia abil.

Kontaktkeevituse teel jätkatud varraste telgede kõrvalenihkumine ei tohi ületada 0,1 varda läbimõõtu.

Kontaktkeevitusega võib jätkata erineva läbimõõduga vardaid, kusjuures varraste ristlõikepindade suhe ei tohi olla üle 1,5.

Vardad, mida külmalt muljutakse või kalibreeritakse, tuleb kontaktkeevitusega jätkata enne nende töötlemist.

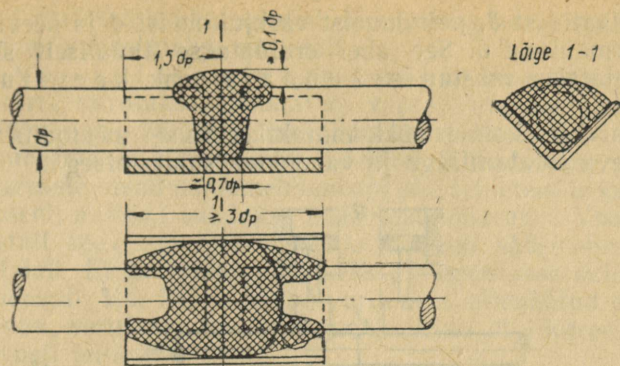


Joon. 36. Kuumaltvaltsitud ümarterasest varraste jätkamine kaarkeevitusega

a — ülekattega; *b* — lamedakslõõdud nurkterasest jätkulapiga, kahe pikiõmblusega; *c* — ümarterasest jätkulapiga, kahe pikiõmblusega; *d* — sama, nelja õmblusega

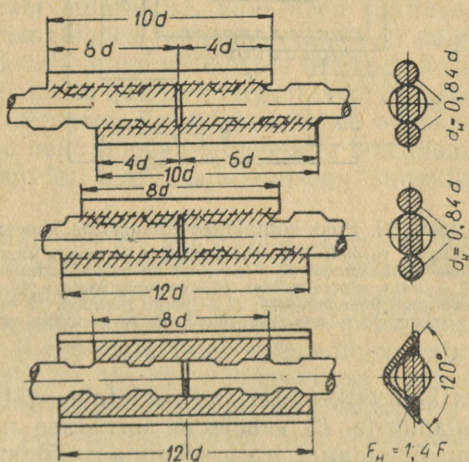
Kaarkeevitusega tehakse peamiselt kaht liiki jätkusid: ülekattega (vaheliti) või jätkulappidega (joon. 36). Ülekattega jätkude juures tuleb varraste otsad painutada nii, et jätkatavad vardad asuksid samal teljel. Kahepoolse keevisõmbluse kasutamine (joon. 36) vähendab jätku pikkust kahekordselt. Kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga armatuuri jätkulappide pikkust võib vähendada, kui varraste otste vahe täis keevitada nii, nagu on näidatud joonisel 37.

Kalibreeritud terasest vardaid kaarkeevitusega jätkata ei



Joon. 37. Kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga terasest varraste jätk nurkrauast jätkulapiga ning täiskeevitatud jätkukohaga (vannkeevitusjätk)

lubata, et vältida kaldestusefekti kadumist keevituskohas. Külmaltnuljutud perioodilise profiiliga terasest vardaid tuleb jätkata nii, nagu on näidatud joonisel 38.



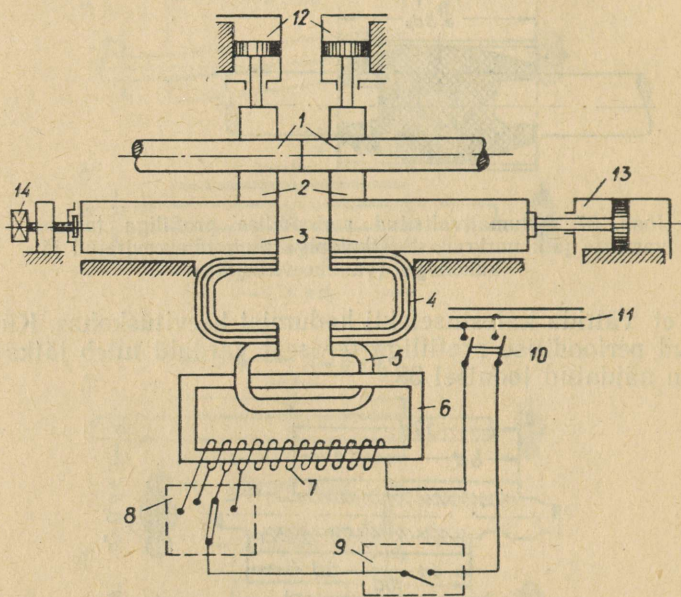
Joon. 38. Külmaltnuljutud armatuuri jätkamine

3. MASINAD JÄTKUDE KEEVITAMISEKS

Kontaktkeevituseks kasutatakse standardseid masinaid. Masina põhimõtteline skeem (joon. 39) kujutab endast vooluahelat, mis koosneb keevitavatest detailidest 1, elektroodidest 2, voolujuh-

tivatest plaatidest 3, painduvaist vaskjuhtmeist 4 ja keevitustrafo sekundaarmähisest 5. See ahel eraldatakse tavaliselt skeemist; teda nimetatakse masina sekundaar- ehk keevitusahelaks.

Kasutatakse kolme pökk-kontaktkeevituse meetodit: takistusega, pideva sulatamisega ja vahelduva sulatamisega.



Joon. 39. Pökk-kontaktkeevitusmasina skeem

1 — keevitatavad vardad; 2 — elektroodid; 3 — voolu juhtivad plaadid; 4 — painduvad lattuhtmed; 5 — keevitustrafo sekundaarmähis; 6 — trafo südamik; 7 — trafo primaarmähis; 8 — vooluregulaator; 9 — lüliti; 10 — lüliti vooluvõrguga ühendamiseks; 11 — võrgu juhtmed; 12 — survemehhanism; 13 — etteandemehhanism; 14 — tugikruvi

Takistusega kontaktkeevitamisel asetatakse jätkatavad vardad masina hoideklambrite 12 vahele ja surutakse nad vastu elektroode 2, mis on ühendatud trafo sekundaarmähiste otstega. Varraste otsad surutakse etteandmis-survemehhanismi 13 abil kokku. Seejärel ühendatakse trafo primaarmähis lüliti 9 abil elektrivõrguga. Seejuures tekib trafo sekundaarahelas, mille osaks on ka keevitatavad vardad, vool, mis kuumendab jätkukoha keevitustemperatuurini.

Survemehhanism surub kuumutatud vardaotsad kokku. Osa metalli surutakse jätku vahelt välja ning see tekitab varda jämen-duse. Tavaliselt algab varraste kokkusurumine voolu läbilaskmise ajal ja lõpetatakse pärast voolu väljalülitamist. Kui vardad on

ettenähtud ulatuses kokku surutud, lõpetatakse keevitamine ja jätkatud varras vabastatakse masinalt.

Pideva sulatamisega põkk-kontaktkeevituse korral surutakse jätkatavad vardad masina elektroodide vahele. Juba enne varraste kokkupuutumist lülitatakse keevitustrafo primaarmähis elektrivõrku. Seejärel lähendatakse pinge all olevate varraste otsad survemehhanismi abil teineteisele kuni kerge kokkupuuteni, millega suletakse trafo sekundaarahel. Voolu mõjul sulab metall keevitatavatel otstel ja paiskub sädemetena jätkusoonist laiali. Et sulamine ei katkeks, lähendatakse sulatatavaid detaile pidevalt. Kui keevitatavad vardad on ettenähtud pikkuseni üles sulanud, surutakse nad survemehhanismi abil kiiresti ja küllalt tugevasti teineteise vastu.

Seetõttu lõpeb sulatamine ja algab kuumutatud metalli kokkusurumine (sisselülitatud voolu all). Kui vardad on voolu all ettenähtud ulatuses kokku surutud, lülitatakse vool välja ja jätkatakse surumist ilma vooluta. Kui kogu ettenähtud kokkusurumine on saavutatud, lõpetatakse keevitamine ja vabastatakse jätkatud vardad masina klambrite vahelt.

Vahelduva sulatamisega põkk-kontaktkeevitus erineb pidevast selle poolest, et siin kuumutatakse vardad enne nende pidevat sulatamist, viies need korduvalt kokkupuutesse ning taas eemaldades, kusjuures vastavalt sulgub ja katkeb ka vooluahel. Pidevalt pinge all olevate detailide kokkupuutumisel ja eemaldumisel sulavad nad järk-järgult üles. Kui vardad on vajalikul määral kuumenenud, lõpetatakse nende edasi-tagasi nihutamine ja hakatakse neid pidevalt teineteisele lähendama. Edasi kulgeb protsess samuti kui pideva sulatamisega kontaktkeevituse korral.

Vahelduva sulatamisega põkk-kontaktkeevitus on kõige efektiivsem, teda kasutatakse peamiselt üle 60 mm läbimõõduga varraste jätkamisel. Pidevat sulatamist kasutatakse kuni 60 mm läbimõõduga varraste jätkamisel. Takistusega põkk-kontaktkeevitusel on rida puudusi (vardaotste täpse etteandmise vajadus, jätkatavate varraste ristlõike täieliku läbikeevituse raskendatus, jätku mitteküllaldane tugevus), mistõttu seda armatuuri jätkamiseks ei soovitata. Äärmise vajaduse korral kasutatakse seda siiski, kuid mitte üle 15 mm läbimõõduga varraste jätkamiseks.

Sõltuvalt varraste läbimõõdust ja tööde mahust kasutatakse mitmesuguse võimsusega erinevaid põkk-keevitusmasinaid (vt. tabel 8).

Kõigil põkk-keevitusmasinail on trafol ja survemehhanismil vesijahutus, mistõttu tuleb ruumi, kus nad asuvad, talvel kütta; ühtlasi tuleb luua jahutusvee ärajuhtimise võimalus.

Enne töö algust peab keevitaja reguleerima masina ja määrama töörežiimi. Põkk-keevituse režiimi parameetrid määratakse vasta-

Näitaja	Mõõtühik	Masina				
		АСИФ-5	АСИФ-25-у	АСИФ-50-у	АСИФ-75-у	МСР-100-3
Primaarpinge	V	220, 380	220, 380	220, 380	220, 380	220, 380
Nimivõimsus	kW	5	25	50	75	100
Reguleerimisastmete arv	tk.	4	6	6	8	8
Etteande-survemehhanism:						
a) töötamisviis		Automaatne		Mitteautomaatne		
b) ajami tüüp		Vedruka Käsitsi hoovaga		Käsitsi hoovaga	Hoovaga	
c) maksimaalne survejõud	kg	150	300	1000	2500	3000
d) liikuva plaadi maksimaalne samm	mm	14	15	20	25	30
e) plaatide maksimaalne vahekaugus	mm	15	50	50	50	80
Kinnitusseadeldis:						
a) ajami tüüp		Ekstsentrisk		Käsitsi	Hoobkruviga	
b) maksimaalne survejõud (ligikaudu)	kg	300	2000	2000	2000	2000

põhilised tehnilised karakteristikad

tüüp					
MCM-150	МСГ-200*	МСГА-300*	МСГА-500*	РСКМ-200-МА	РСКМ-320
380	380	380	380	380	380
150	200	300	500	200	320
8	8	16	16	6	16
Automaatne (välja arvatud soojendus)	Automaatne			Automaatne koos automaatsoojendusega	
Elektriline, hammasülekanedega	Hüdrauliline	Hüdrauliline, elektrimootoriga		Elektriline, kruviülekanedega	
3000—4000	6500	15000	25000	16000	25000
40	20	40	170	50	50
80	100	110	200	120	75
Hoobkruviga	Pneumaatiline	Hüdrauliline	Pneumo-hüdrauliline	Elektriline, kruviülekanedega	
2000	2500	6000	35000	22000	35000

Kaarkeevitusega tehtud jätkusid tuleb kontrollida vaatluse, õmbluste mõõtmise ja 1 kg raskuse vasaraga koputamise teel. Jätku kvaliteet loetakse rahuldavaks, kui selles ei ole sisselõikeid, pragusid ega ujutisi ning jätk annab koputades puhta heli.

4. TÖÖKOHA ORGANISEERIMINE ARMATUURI PÖKK-KONTAKTKEEVITAMISEL

Talvel peavad masinad asuma kätavas ruumis, sest neil kõigil on vesijahutus. Suveperioodiks võib masinad paigutada katusealustesse.

Tööde organiseerimine armatuurijätkude kontaktkeevitusel on järgmine (joon. 40).

Sirgekstõmmatud vardad tuuakse kohale kitsarööpmelist teed

valt raudbetoonkonstruktsioonide armatuuri elektri keevituse tehnoloogilistele eeskirjadele.

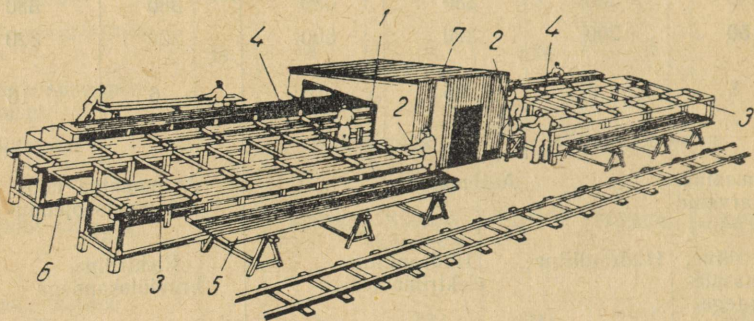
Välitud parameetrite kontrollimiseks keevitatakse proovikehad. Keevisjätkude tugevust kontrollitakse proovikehade katkitõmbamise teel, kusjuures pinge (purustav koormus proovikeha ristlõike pinnalihiku kohta) peab olema suurem vastava terase praakimistugevusest.

Praakimistugevus on terasel Ст. 5 5000 kg/cm², Ст. 3 — 3800 kg/cm², Ст. 0 — 3200 kg/cm².

Pökk-keevisjätkud peavad taluma külmalt painutamist 90° võrra ümber pulga, mille läbimõõt on perioodilise profiiliga terase korral võrdne varda kolmekordse läbimõõduga, sileda ümarterase korral — varda kahekordse läbimõõduga.

Jätk peab asuma painutuskoha keskel. Kvaliteet loetakse rahuldavaks, kui keevituskohas ei teki mingisuguseid pragusid.

mööda pikal vagonetil ning laotakse alustugedele 5, mis asuvad vahetult rull-laudade 3 kõrval. Viimased asuvad samal sirgel mehaaniliste käiade 2 telgedega; tööline võtab viimaste juurest vardad ühekaupa alustugedelt, lükkab nad piki rull-lauda käia juurde, puhastab otsa 10—15 cm pikkuselt, seejärel lükkab varda põiklattidele 6, mis on asetatud rull-laudade 3 ja 4 vahele.



Joon. 40. Armatuuri jätkude kontaktkeevituse tööprotsessi organiseerimine

Keevitaja abitöölised võtavad käial ettevalmistatud vardad põiklattidelt 6 ja nihutavad nad mööda rull-lauda 4, puhastatud otstega eespool, keevitusruumi 7 keevitusmasina 1 juurde, mis on paigutatud rull-laudadega 4 samale teljele ja samale kõrgusele.

Keevitaja kinnitab vardaotsad masina hoideklambrite vahele, nii et need ulatuvad 1—1,5 läbimõõdu võrra üle hoideklambri, ja alustab keevitamist. Valmis vardad lükatakse astmelisele alusele, kust nad viiakse edasisele töötlemisele.

Keevitamisel töötab viieliikmeline lüli, millesse kuuluvad IV liigi keevitaja ja neli III liigi töolist (kaks keevitusaparaadi ja kaks puhastuskäiade juures).

5. PÕHILISED OHUTUSTEHNIKA EESKIRJAD

Armatuurikeevitajail peavad olema nende kvalifikatsiooni tõendavad tunnistused.

Kaitseks keevitamisel laialipaiskuvate sädemete ja sulametalli pritsmete eest peab keevitaja kandma kaitseprille, presentkindaid ja spetsiaalriietust (joon. 41). Ulejäänud töölised peavad kandma presentpõlle ja kindaid.

Masina korpus peab olema korralikult maandatud. Masinat tohib remontida ja üle vaadata ning trafot ühelt astmelt teisele



Joon. 41. Spetsiaalriietuses keevitaja töötamas

lülitada ainult siis, kui masin on välja lülitatud (lülitit asetseb masina ees kilbil).

Kõik masina osad, mis on voolu all, peavad olema kaitstud juhusliku puudutamise eest.

Elektrikeevitusmasinate korrasolekut tuleb tingimata regulaarselt kontrollida.

Keevitustöödele tohib lubada ainult neid töölisi, kes on läbi teinud spetsiaalse õppuse ja täiendava ohutustehnilise instruktaaži. Kõigi keevitajate keevitusoskust kontrollitakse igal aastal, samaaegselt kontrollitakse ka nende teadmisi ohutustehnikas.

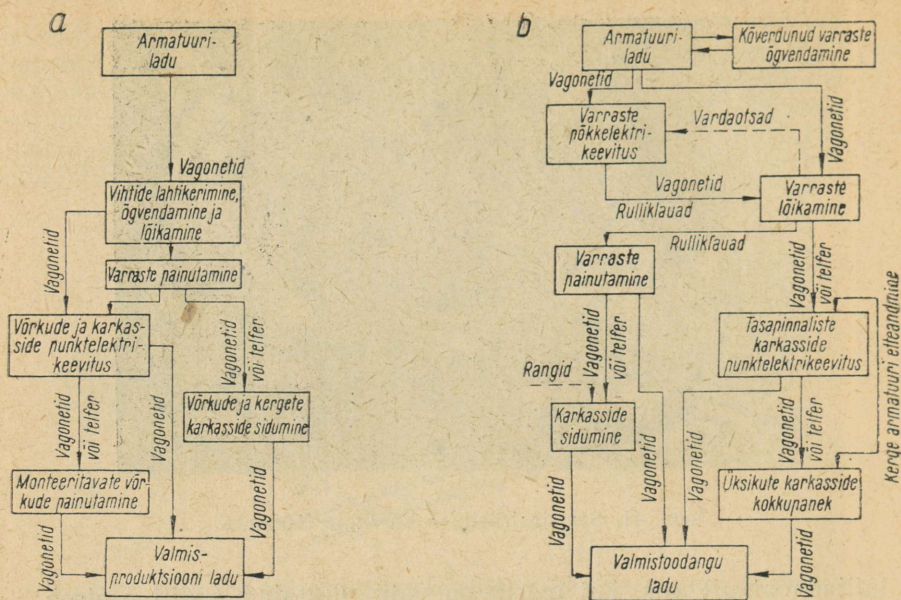
IV peatükk

ARMATUURITERASE LÖIKAMINE JA PAINUTAMINE

Peene ja jämeda armatuuri valmistamise tehnoloogilistel skeemidel joonisel 42 on näidatud armatuuri kogu liikumine, alates armatuuriterase laost kuni valmistoodangu laoni.

Kui armatuuritöölisele antakse armatuuri eskiisjoonis, määratakse kohe ka vajaliku terase kaal. See on vajalik nii terasekulu arvutamiseks kui ka armeerijatele töökäsu koostamiseks, kuna töönormid on antud armatuuri kaalu järgi.

Tabeli 9 abil saab määrata ümarterase kaalu ning (vajaliku läbimõõduga terase puudumise korral) asendada vardaid teisel läbimõõdulistega. Näiteks: raudbetoonplaadi joonise kohaselt tuleb plaadi 1 jm armeerida 6 vardaga \varnothing 8 mm, kuid ehitusel sellist



Joon. 42. Armatuuri valmistamise tehnoloogilised skeemid
 a — kerge armatuur; b — raske armatuur

terast ei ole; on ainult $\varnothing 6$ mm terast. Et konstruktsiooni tugevust vähendamata asendada $\varnothing 8$ mm teras $\varnothing 6$ mm terasega, tuleb jätta muutmatuks töötava armatuuri ristlõike pind. Tabelist on näha, et 6 varda $\varnothing 8$ mm ristlõigete pindala on $3,02 \text{ cm}^2$. Kui võtta 11 varrast ($10 + 1$) $\varnothing 6$ mm, saame varraste ristlõike pinnaks $2,83 + 0,28 = 3,11 \text{ cm}^2$. See on veidi ($0,09 \text{ cm}^2$) suurem kui vaja; selline asendamine on lubatav.

Nõnda on lubatud vardaid asendada samakvaliteedilise terase korral ja ainult juhul, kui varraste ristlõike pind ei erine üle 5%. Peale varraste ristlõike pinna tuleb seejuures arvestada ka tehnilisi tingimusi varraste maksimaalse ja minimaalse tiheduse, varraste vahekauguse jms. kohta. Eriti vastutavais, suuri koormusi kandvais või dünaamiliste mõjude tingimustes töötavais konstruktsioonides tuleb armatuuri asendamine kooskõlastada projekti koostanud organisatsiooniga.

1. PEENE ARMATUURI LÕIKAMINE JA PAINUTAMINE

Tavaliselt lõigatakse peen armatuur üheaegselt tema õgvendamisega automaatmasinal, nagu on kirjeldatud II peatükis. Väikese töömahu korral ja vastavate masinate puudumisel kasutatakse Zamkovi-tüüpi kääre (vt. joon. 33, c).

Umarterase sortiment

Varda läbimõõt mm	Ristlõike pindala cm ² varraste arvu korral									Varda läbimõõt mm	1 jm kaal kg	Varraste pikkus m
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
2,5	0,0491	0,098	0,147	0,196	0,246	0,295	0,344	0,393	0,442	2,5	0,039	Kerades
3	0,0707	0,141	0,212	0,283	0,354	0,424	0,495	0,566	0,636	3	0,055	
4	0,1257	0,251	0,377	0,503	0,628	0,754	0,880	1,006	1,131	4	0,099	
5	0,196	0,390	0,590	0,780	0,98	1,18	1,37	1,57	1,76	5	0,154	
5,5	0,238	0,48	0,71	0,95	1,19	1,43	1,67	1,90	2,14	5,5	0,187	
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,42	1,70	1,98	2,26	2,55	6	0,222	
6,5	0,332	0,66	1,00	1,33	1,66	1,99	2,32	2,66	2,99	6,5	0,261	
7	0,385	0,77	1,16	1,54	1,92	2,31	2,70	3,08	3,46	7	0,302	
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,52	3,02	3,52	4,02	4,53	8	0,395	
9	0,636	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	9	0,499	5—10
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,92	4,71	5,50	6,28	7,06	10	0,616	
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,66	6,79	7,92	9,05	10,18	12	0,888	
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,70	9,23	10,77	12,31	13,85	14	1,208	
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,06	12,07	14,08	16,09	18,10	16	1,579	
18	2,545	5,09	7,64	10,18	12,72	15,27	17,82	20,36	22,90	18	1,998	
20	3,142	6,28	9,43	12,57	15,71	18,85	22,00	25,14	28,28	20	2,466	
22	3,801	7,60	11,40	15,20	19,00	22,81	26,61	30,41	34,21	22	2,984	
24	4,524	9,05	13,57	18,10	22,62	27,14	31,67	36,19	40,70	24	3,551	
25	4,909	9,82	14,73	19,64	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	25	3,854	
26	5,309	10,62	15,93	21,24	26,54	31,85	37,16	42,47	47,78	26	4,168	4—9
27	5,726	11,45	17,18	22,90	28,63	34,36	40,08	45,81	51,53	27	4,495	
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,11	49,26	55,42	28	4,834	
30	7,069	14,14	21,21	28,28	35,34	42,41	49,48	56,55	63,62	30	5,549	
32	8,042	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,29	64,34	72,38	32	6,313	
33	8,553	17,11	25,66	34,21	42,76	51,32	59,87	68,42	76,98	33	6,714	
36	10,179	20,36	30,54	40,72	50,90	61,07	71,25	81,43	91,61	36	7,991	

Varda läbimõõt mm	Ristlõike pindala cm ² varraste arvu korral									Varda läbimõõt mm	1 jm kaal kg	Varraste pikkus m
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
40	12,566	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	40	9,864	4—9
45	15,90	31,81	47,71	63,62	79,52	95,42	113,33	127,23	143,13	45	12,48	
50	19,63	39,27	58,91	78,54	98,18	117,81	137,45	157,08	176,72	50	15,41	
55	23,76	47,52	71,28	95,04	118,80	142,56	166,32	190,08	213,84	55	18,65	4—7
60	28,27	56,54	84,81	113,08	141,35	169,62	197,89	226,16	254,43	60	22,19	
65	33,18	66,36	99,54	132,72	165,90	199,08	232,86	265,44	298,62	65	26,05	
70	38,48	76,96	115,44	153,92	192,40	230,88	269,36	307,84	346,32	70	30,21	
75	44,18	88,36	132,54	176,72	220,9	265,08	309,26	354,44	397,62	75	34,68	
80	50,27	100,55	150,81	201,08	251,35	301,62	351,90	402,16	452,43	80	39,46	
85	56,75	113,50	170,25	227,00	283,75	340,50	397,25	454,00	510,75	85	44,55	
90	63,62	127,24	190,86	254,48	318,10	381,72	445,34	508,96	572,58	90	49,94	

Märkused. 1. Varraste pikkused on antud GOCT 2590-51 järgi.

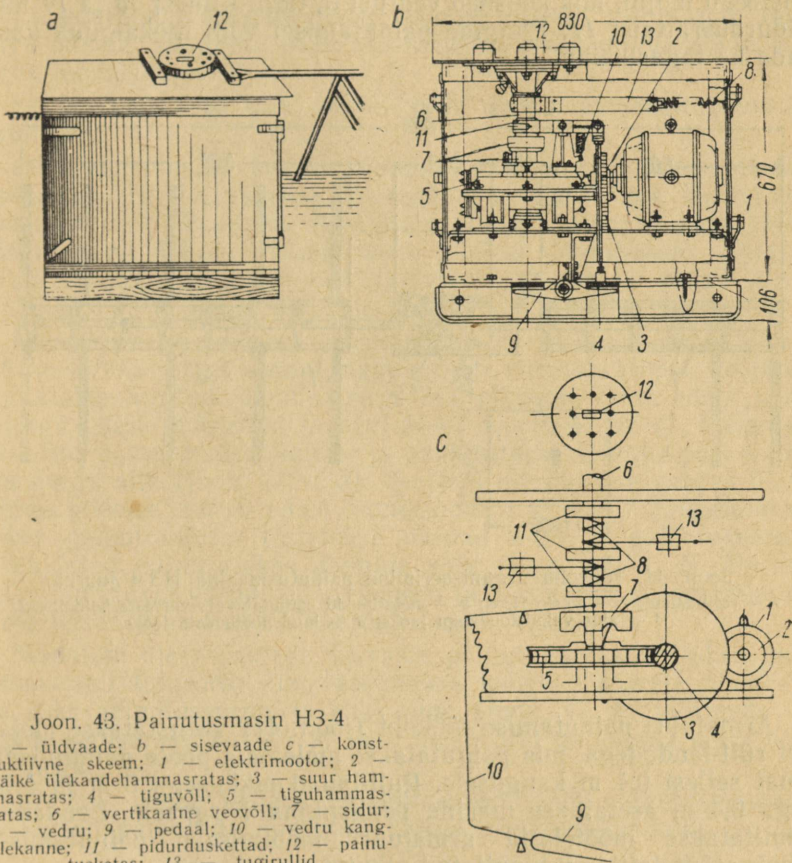
2. Kerades turustatakse ka suurema läbimõõduga (kuni 22 mm) ümarterast.

3. Kuumaltvaltsitud ümarterast valmistatakse läbimõõduga 5 kuni 90 mm ja üle selle.

4. Vähesese süsinikusaldusega külmaltoõmmatud terastraati raudbetoonkonstruktsioonide armeerimiseks valmistatakse läbimõõduga 3 kuni 10 mm.

5. Süsinikerasest ümartraati pingebetoonkonstruktsioonide jaoks valmistatakse läbimõõduga 2,5 kuni 10 mm.

Kerge (kuni 12—14 mm) ja keskmise jämedusega (kuni 20 mm) armatuuri painutamine on täiesti mehhaniseeritud painutusmasin H3-4 (joon. 43) kasutamisega.



Joon. 43. Painutusmasin H3-4

a — üldvaade; *b* — sisevaade *c* — konstruktivne skeem; 1 — elektrimootor; 2 — väike ülekandehammasratas; 3 — suur hammasratas; 4 — tiguvõll; 5 — tiguhammasratas; 6 — vertikaalne veovõll; 7 — sidur; 8 — vedru; 9 — pedaal; 10 — vedru kangülekanne; 11 — pidurduskettad; 12 — painutusketas; 13 — tugirullid

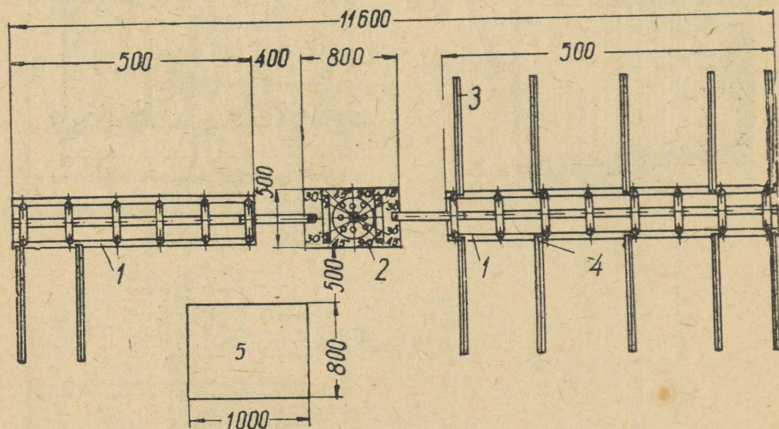
Painutusmasin kujutab endast metallraami, mis on külgedelt kaetud lahtikäivate katteplaatidega. Raami pealispinnale on monteeritud töölaud painutuskettaga, mis pannakse pöörlema elektrimootoriga, hammasraste süsteemi ja tiguülekanne abil.

Masin on varustatud vahetatavate seadistega, mida kasutatakse vastavalt painutatava armatuuri läbimõõdule ja varraste ettenähtud kujule. Vahetatavad osad kinnitatakse ruudukujulistesse avadesse painutuskettal ning töölaual.

Elektrimootori 1 võllile kinnitatud väike hammasratas 2 paneb liikuma suure hammasratta 3 tiguvõlliga 4, mis omakorda

paneb tiguhammasratta 5 kaudu pöörlema vertikaalse painutusvõlli 6.

Painutusvõlli 6 tühi tagasikäik on automatiseeritud: pärast nukksiduri 7 väljalülitamist pöördub võll lähteasendisse vedrusüsteemi mõjul, mis koosneb vedrust 8, tugirullidest 13 ja 14 ning pidurdusrattaist 11. Rangide painutamisel võib töökäiguna kasutada ka tagasikäiku.



Joon. 44. Töökoha organiseerimine painutusmasina H3-4 juures

- 1 — rulliklaud; 2 — masin H3-4; 3 — metallpukid painutatavate varraste hoidmiseks;
4 — alus valmistoodangu jaoks; 5 — laud pisitoodete jaoks

Armatuuri painutamise töökoht (joon. 44) varustatakse metallist rull-laudadega, mis paigutatakse mõlemale poole painutusmasinat sellest 0,4 m kaugusele. Rull-laudad pikkusega 5 m ja laiusega 0,4 m asetatakse masina pealispinna kõrgusele. Laudadele kinnitatakse mõõtelatid armatuuri mõõtmiseks painutamisel. Ühele mõõtelatile on kinnitatud nihutatav otsatugi.

Masinal töötavast töölisest paremal asuva rull-laua mõlemale küljele paigutatakse metallist pukid painutamiseks ettevalmistatud varraste jaoks; vasakpoolse rull-laua juurde asetatakse alused valmis armatuurivarraste jaoks.

Enne töö algust kontrollitakse tööpingi korrasolekut. Seejärel asetatakse painutusketta avasse üks vahetatavaist sõrmedest ja valitakse vajalikud toed nõnda, et painutatavad vardad mahuksid sõrmede või kahvli ja toe vahele.

Painutamise hõlbustamiseks kantakse laua pealispinnale kraadijaotused (vt. joon. 44).

Operatsioonide järjekord lahtiste rangide ning sirgete varraste

konksude painutamisel masinaga H3-4 on näidatud joonisel 45, kinniste rangide painutamisel — joonisel 46.

Konksude painutamisel tuleb kinni pidada järgmistest eeskirjadest:

a) konksud varraste otstel peavad olema painutatud 180° võrra mööda ringjoont, mille sisemine läbimõõt on vähemalt 2,5 varda läbimõõtu;

b) konksu sirge osa pikkus peab olema vähemalt 3 varda läbimõõtu;

c) kergbetoonist konstruktsioonides tuleb tavalised siledapinnalised armatuurivardad läbimõöduga kuni 8 mm varustada samasuguste konksudega, nagu ülalpool kirjeldatud; varraste läbimõõdu puhul 8 kuni 12 mm tuleb konksu läbimõõduks võtta 5 varda läbimõõtu; üle 12 mm läbimõöduga varraste puhul tuleb tarvitusele võtta abinõud nende täiendavaks ankurdamiseks.

Ülespöõretega varraste valmistamisel painutatakse algul konksud varda ühes otsas samuti, nagu sirgete varraste korral. Seejärel nihutatakse vardad ülemise sirge osa pikkuse võrra edasi kuni kriidiga lauale märgitud jooneni *I—I* (joon. 47, a, 1). Paigutatakse siis painutussõrm ümber ja painutatakse ülemine põlv vajaliku nurga alla (joon. 47, a, 2). Seejärel nihutatakse vardad ülespöörde pikkuse võrra edasi kuni jooneni *II—II*, paigutatakse ümber painutussõrm, tõstetakse vardad telg- ja painutussõrme vahele ning painutatakse alumine põlv (joon. 47, a, 4). Pärast seda nihutatakse vardad edasi konksu ja ülespöörde painutamiseks varda teises otsas, kus kõik kordub samas järjekorras.

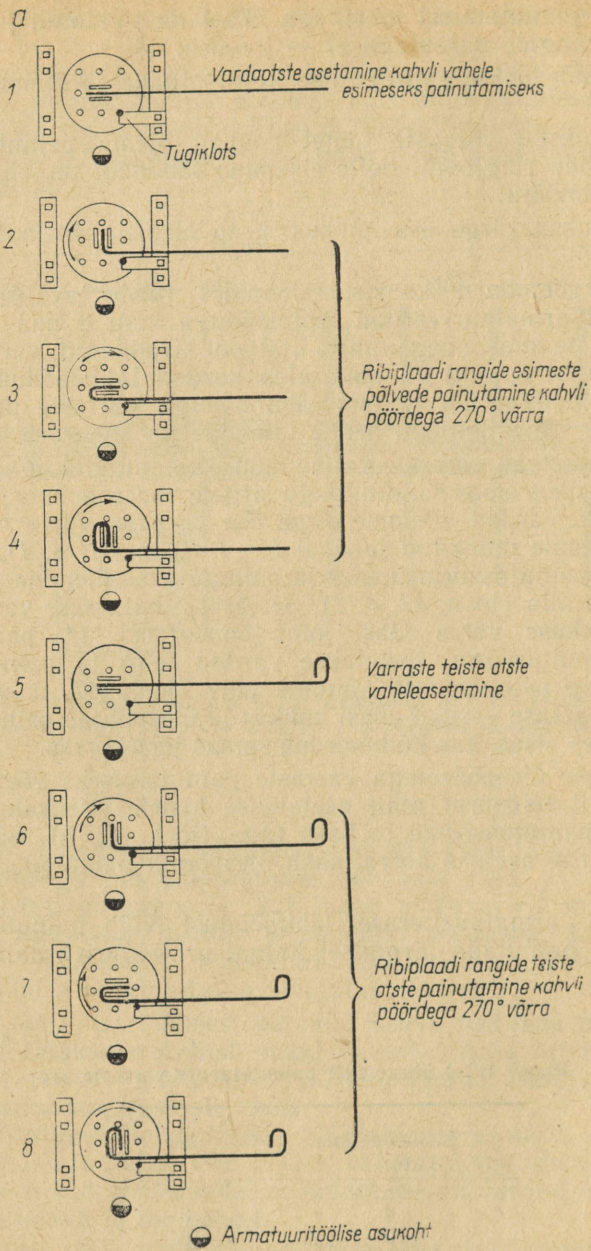
Madalate ülespöõretega varraste painutamiseks võetakse painutuskettalt telgsõrm ning asetatakse kahele ristuvale diameetritele kaks painutussõrme ja kaks tuge (joon. 47, b). Sõrmede ja tuge sellise asetuse korral saab ülespöõret painutada ketta ühe pöördega.

Sõltuvalt armatuuriterase läbimõödust võib painutusmasinal üheaegselt painutada järgmisel hulgal armatuurivardaid.

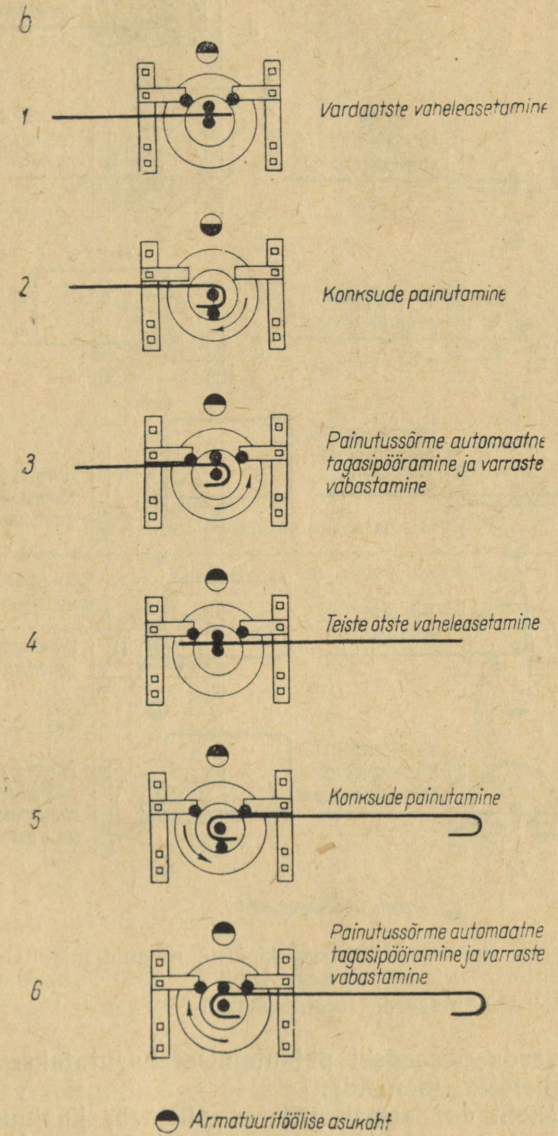
Tabel 10

Pingil H3-4 üheaegselt painutatavate varraste arv

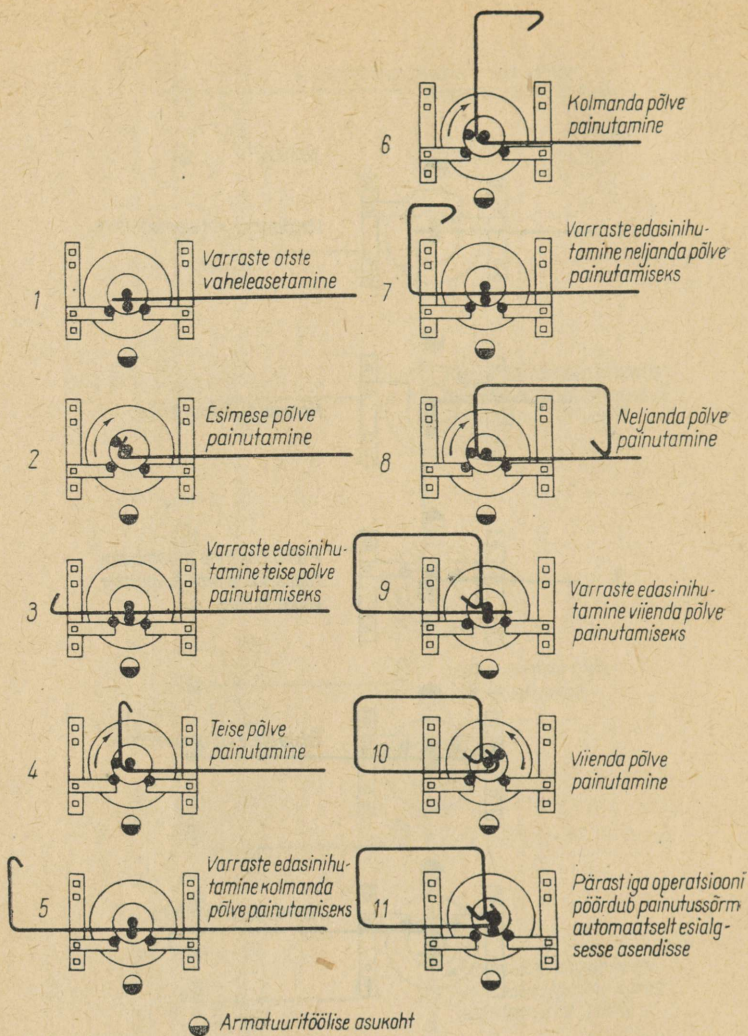
Läbimõõt mm	Arv
4	8
10	6
12	4
16	3
20	1



Joon. 45. Tööoperatsioonide järjekord
a — plaadi ringide,



armatuuri painutamisel masinaga H3-4
b — sirgete varraste konksude painutamisel



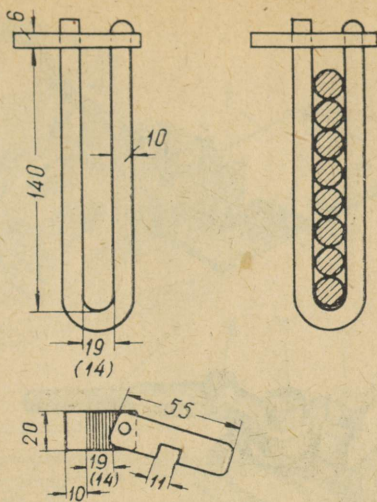
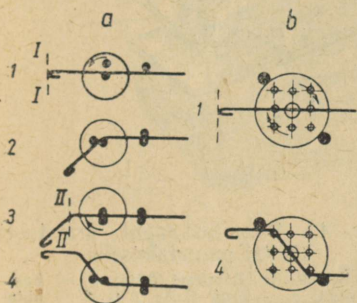
Joon. 46. Operatsioonide järjekord kinniste rangide painutamisel masinaga H3-4

Mitme varda üheaegsel painutamisel kasutatakse Kobjakovitüüpi vardahoidjat (joon. 48).

Painutuskohtades armatuuriteras pikeneb, kusjuures pikene mine on seda suurem, mida suurem on painutusnurk ja varda läbi mõõt (tabel 11). Seda pikenemist tuleb varraste valmistamisel arvestada.

Joon. 47. Ülespöörete painutamise skeem

a — kõrge ülespööre; *b* — madal ülespööre; *I* — varda vaheleasetamine märkjoonte järgi; *2* — ülemise sirge osa mahapainutamine; *3* — sõrmede ümberasetus ja varda nihutamine uue märgini; *4* — ülespöördte painutamine



Joon. 48. Kobjakovi-tüüpi vardahoidja

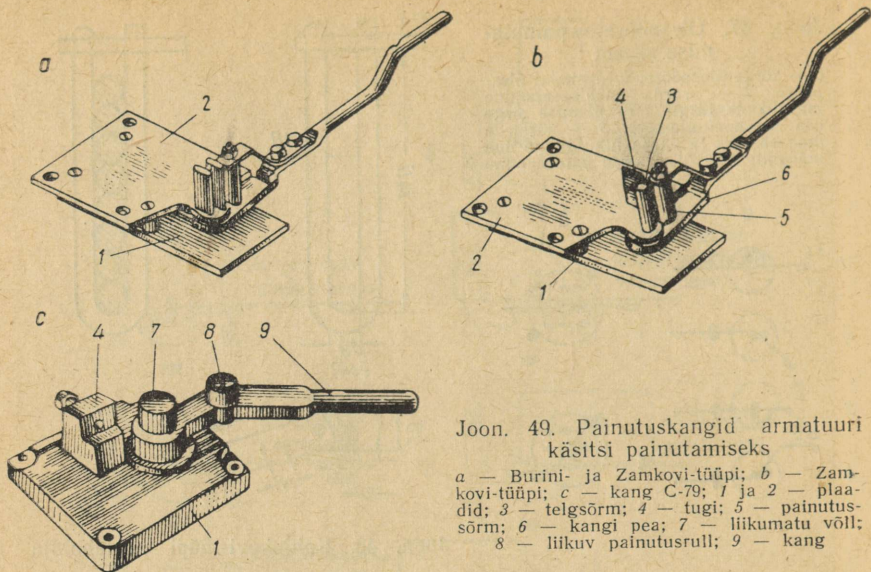
Tabel 11

Varraste pikenedamine painutamisel

Varda läbimõõt mm	Pikenedamine cm pöördenurga korral		
	180°	90°	45°
6	1	0,5	—
8	1	1	—
10	1,5	1	0,5
12	1,5	1	0,5
14	2	1,5	0,5
16	2,5	1,5	0,5
20	3	1,5	1
22	4	2	1
25	4,5	2,5	1,5
27	5	3	2
32	6	3,5	2,5

Painutusmasinat teenindab V liigi armatuuritöoline-motorist. Üle 2,5 m pikkuste varraste painutamisel abistab teda III liigi abitöoline.

Käsitsi on lubatav armatuuri painutada ainult väikeste töömahtude korral ning kui kohapeal painutusmasinaid ei ole. Käsitsi painutamiseks kasutatakse mitmesuguseid painutuskange (joon. 49): kuni 8 mm läbimõõduga varraste painutamiseks Burini- ja Zamkovi-tüüpi, kuni 12 mm — Zamkovi-tüüpi ning kuni 25 mm läbimõõduga varrastele — kangi C-79.



Joon. 49. Painutuskangid armatuuri käsitsi painutamiseks

a — Burini- ja Zamkovi-tüüpi; *b* — Zamkovi-tüüpi; *c* — kang C-79; 1 ja 2 — plaadid; 3 — telgsõrm; 4 — tugid; 5 — painutus-sõrm; 6 — kangi pea; 7 — liikumatu völli; 8 — liikuv painutusroll; 9 — kang

2. JÄMEDA ARMATUURI LÖIKAMINE JA PAINUTAMINE

Kuni 40 mm läbimõõduga armatuuriterase lõikamiseks kasutatakse masinat C-150A (joon. 50), mis võib teha 32 lõiget minutis. Mootori võimsus on 5,8 kW.

Masina raamile monteeritud elektrimootor 1 paneb hammasülekande abil edasi-tagasi liikuma hoova 2, millele on kinnitatud liikuv nuga 3; liikumatu nuga 4 on kinnitatud raamile. Masin seatakse üles vundamendile.

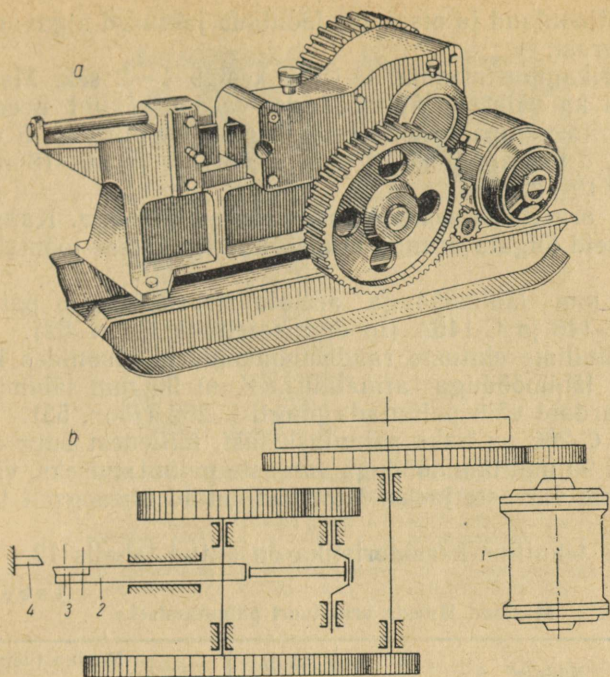
Lõigatav varras asetatakse nugade vahele nende maksimaalse eemaldumise momendil; noad surutakse vardasse, teras muljutakse seega kokku (nurga all teritatud noaterade sissesurumise mõjul), seejärel tekib piki lõiketasapinda pragu ja varras lõigatakse läbi.

Täpse lõike saamiseks peavad noad, mis on valmistatud tööriistaterasest ning termiliselt töödeldud, olema teritatud ettenähtud nurga all. Nugade paigaldamisel tuleb nende tasapindade vahele jätta 0,5—1 mm laiune vahe.

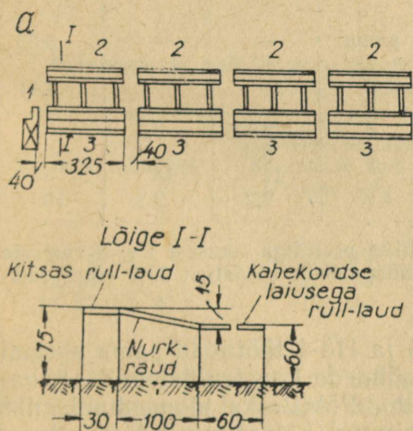
Nugade vastupidavuse suurendamiseks ja ühtlasemaks kulumiseks soovitatakse nuge iga 5—6 päeva tagant vahetada, asetades liikuva noa liikumatu asemele ja vastupidi.

Masinal C-150A töötavad IV—V liigi armatuuritöölised-motorigid ja III liigi abitöölised.

Töökoht jämeda armatuuri lõikamiseks organiseeritakse järgmiselt (joon. 51). Lõigatavad vardad laotakse laudadele 2 ja lastakse vastavalt vajadusele mööda kaldlatte laudadele 3, millel



Joon. 50. Masin C-150A raske armatuuri lõikamiseks
 a — üldvaade; b — kinemaatiline skeem



Joon. 51. Töökoht raske armatuuri lõikamiseks

a — skeem; b — rull-laud mõõtjoolalaua ja toega; 1 — masin; 2 — kitsad rull-laudad; 3 — laiad (kahekordsed) rull-laudad

asuvad mõõtjoolaud ja otsatugi. Joonlaua jaotused algavad liikumatu noa terast.

Varda lõikamine masinal C-150A kestab 1—2 sek. Masinaga võib lõigata ka väikese läbimõõduga vardaid, kuid need tuleb ühendada mitmekaupade pakettidesse järgmistes piirides: 6 varrast \varnothing 6—8 mm, 5 varrast \varnothing 9—13 mm, 3 varrast \varnothing 14—18 mm või 2 varrast \varnothing 19—22 mm.

Jämedat armatuuri võib lõigata ainult masinaga. Kangkääridega võib neid lõigata erandjuhtudel, ainult väikese töömahu korral.

Kuni 40 mm läbimõõduga armatuurivardaid võib painutada masinatel C-146 ja C-146A (moderniseeritud) (joon. 52).

Hüdrotehniliste ehituste raudbetoonkonstruktsioonides kasutatakse suure läbimõõduga armatuuri. Kuni 90 mm läbimõõduga armatuurivardaid võib painutada pingil C-266 (joon. 53).

Masinal C-266 on kaks painutusketast, milledest suur on ette nähtud kuni 90 mm läbimõõduga varaste painutamiseks, väike — kuni \varnothing 40 mm varaste jaoks. Mõlemad kettad üheaegselt töötada ei saa.

Masinate tehniline karakteristik on antud tabelis 12.

Tabel 12

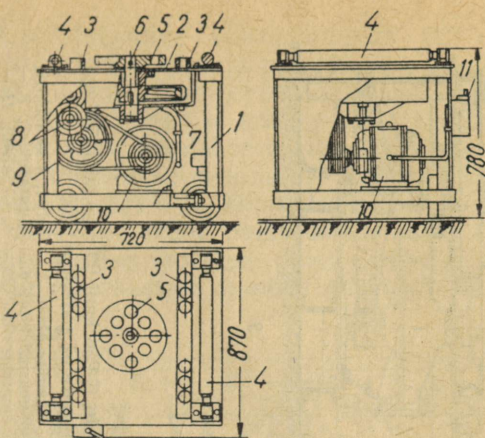
Masinaid jämeda armatuuri painutamiseks

Näitaja	Mõõtühik	Masina tüüp		
		C-146	C-146A	C-266
Painutatava terase (Cr. 3) maksimaalne läbimõõt	mm	40	40	90
Painutusketta pöörlemiskiirus: suurel (armatuurivarrastele läbimõõduga 40—90 mm)	p/min	—	—	0,53
väikesel (armatuurivarrastele läbimõõduga kuni 40 mm)	"	—	—	3,41
armatuurivarraste läbimõõdu korral:				
19—40 mm	"	3,1	3,7	—
12—18 mm	"	5,9	7,2	—
6—10 mm	"	11	14	—
Elektrimootori võimsus	kW	2,2	2,2	10

Märkus. Kuumaltvaltsitud perioodilise profiiliga terasest Cr. 5 varaste painutamisel on varda maksimaalne läbimõõt tabelis näidatust 20% võrra väiksem.

Masinaid C-146, C-146A, C-266 ja H3-4 töötavad sama skeemi järgi ja erinevad ainult üksikute sõlmede konstruktsioonilt, gabiiridilt ja elektrimootori võimsuselt. Põhiliseks töömehhanismiks on masinatel vertikaalvõllile kinnitatud ketas, mis pöörleb horisontaaltasapinnas.

Kõige levinumaks jämeda armatuuri painutusmasina tüübiks on C-146A. Selle painutusketta pöörete arvu võib muuta vastavalt



Joon. 52. Masin C-146A kuni 40 mm läbimõõduga armatuuri painutamiseks

1 — raam; 2 — ülemine plaat; 3 — latid aukudega tugi-sõrmede jaoks; 4 — rullid; 5 — painutusketas; 6 — veovõll; 7 — figuras; 8 — hammasrattad; 9 — veetav rihmaratas; 10 — elektrimootor; 11 — lüliti (masina elektrimootori käivitamiseks ja ümberlülitamiseks)

painutatava armatuuri läbimõõdule. Masina käivitamine ja pöörete arvu ümberlülitamine toimub spetsiaalse lülitiga, mis on monteeritud masina esiküljele.

Pöörete arvu muudetakse kahe hammasratta ümberasetamise teel, vastavalt tabelile 13.

Tabel 13

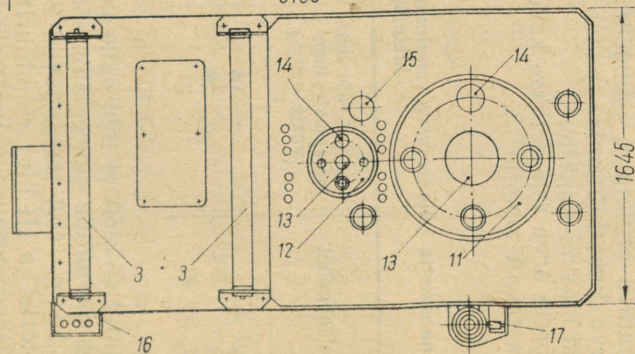
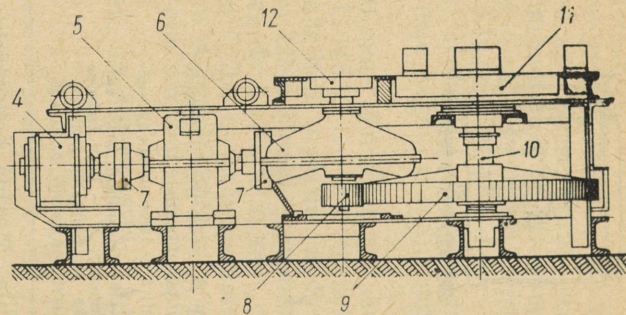
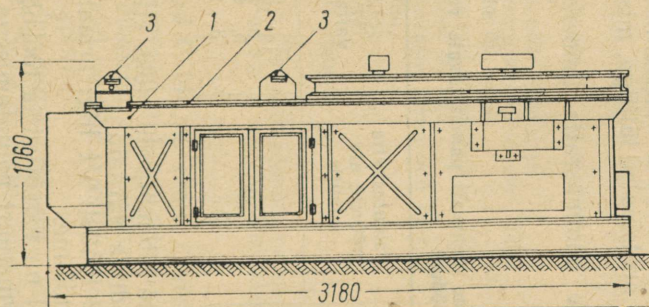
Painutusketta pöörete arvu muutmine olenevalt painutatavate varraste läbimõõdust

Varraste läbimõõt	Vahetatavate hammasrattaste hammasarv	Painutusketta pöörete arv minutis	Soovitav varraste arv
6, 8, 10	37, 19	14	13, 12, 8
12, 14	28, 28	7,2	6, 4
19, 27, 32, 40	19, 37	3,7	3, 2, 1, 1

Masinal C-146A ei tohi väikeste läbimõõtude jaoks ettenähtud kiirustel painutada suure läbimõõduga vardaid.

Masinat C-146A teenindavad 2 töolist: VI liigi armatuuritööline-motorist ja III liigi armatuuritööline.

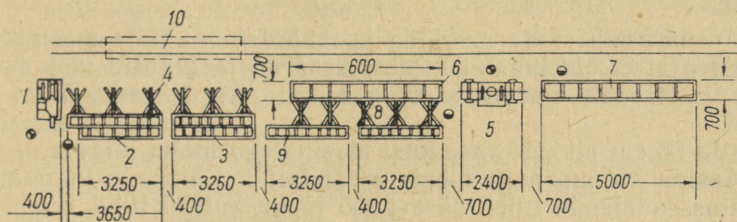
Jämeda armatuuri painutamisel on töövõtted ja töökoha organiseerimine analoogilised peene armatuuri painutamisega.



Joon. 53. Masin C-266 kuni 90 mm läbimõõduga armatuuri painutamiseks

1 — raam; 2 — ülemine plaat; 3 — rullid; 4 — elektrimootor; 5 — hammasreduktor; 6 — figureduktor; 7 — sidur; 8 ja 9 — hammasrattad; 10 — vertikaalvõll; 11 — suur painutusketas armatuurile läbimõõduga kuni 90 mm; 12 — väike painutusketas armatuurile läbimõõduga kuni 40 mm; 13 — telgsõrm; 14 — painutussõrm; 15 — tugisõrm; 16 — juhtimisnupud; 17 — automaatne pidurdusseade

Transpordioperatsioonide vähendamiseks on otstarbekohane ühendada armatuuri lõikamine ja painutamine (osaliselt ka keevitamine) ühiseks vooluks. Joonisel 54 on toodud sellise ühendamise näide. Armatuuriteras veetakse kohale pikal vagonetil 10 ja laotakse pukkidele 4, sealt lükatakse vastavalt vajadusele rull-laudadele 2 ja 3 ning lõigatakse masinal 1. Lõigatud vardad laotakse rull-laua 2 lühemale osale ja lükatakse mööda seda laudadele 9 ja 6. Seejärel lähevad vardad painutusmasinasse 5 ja sealt rull-lauale 7. Valmis vardad laotakse pikale vagonetile ja lükatakse lattu või armatuurikarkasside monteerimiskohale.



Joon. 54. Armatuuri lõikamise ja painutamise vooluliin

1 — lõikemasin; 2, 3, 6, 7, 9 — rull-laud; 5 — painutusmasin; 4, 8 — pukkid;
10 — kitsaroopaline vagonett

Käsitsi võib rasket armatuuri painutada ainult erandjuhtudel. Kõik valmistatud armatuuri mõõted peavad vastama tööjoonistele. Karkasside keevisvõrkude ja üksikute armatuurivarraste mõõted ei tohi projektikohastest erineda rohkem, kui on näidatud tabelis 14.

Tabel 14

Lubatavad kõrvalekalded armatuuri valmistamisel

Kõrvalekalde nimetus	Lubatav kõrvalekalle mm
Monoliitsete konstruktsioonide töötava armatuuri gabariitmõõdetete kõrvalekalle 1 jm kohta	5
Sama, kogu pikkuse kohta	20
Ülespöörde asukoha ebatäpsus	30
Kõrvalekalded võrkude või tasapinnaliste karkasside tasapinnast, elemendi pikkuse korral kuni 2 m	10
Sama, elemendi pikkuse korral üle 2 m	15
Võrgusilmade ja rangide (põikvarraste) vahekauguste kõrvalekalle	10
Kõrvalekalded monoliitsete konstruktsioonide keevisvõrkude ja tasapinnaliste armatuurikarkasside mõõdetes:	
võrkude ja karkasside pikkuses	20
võrkude laiuses ja karkasside kõrguses	10

3. PÕHILISED OHUTUSTEHNIKA EESKIRJAD

Armatuuriterase lõike- ja painutusmasinatele töötama võib lubada ainult spetsiaalselt väljaõpetatud töölisi.

Enne töö algust peab motorist kontrollima pidurite ja käivitusseadmete ning kogu masina korrasolekut. Kontrolliks käivitatakse masin tühjal. Kõrvaliste helide või rikete ilmumisel tuleb masin viivitamatult peatada.

Lõigatud ja valmistatud vardaid ei tohi laduda läbikäiguteedele. Käiguteed ja armeerija töökoht peavad olema hästi valgustatud.

Masinat puhastada, pühkida ja määrdeetose täita masina töötamise ajal ei ole lubatud. Painutussõrmi ja tugesid võib ümber tõsta ja vardaid vahele asetada ainult siis, kui masin on peatatud.

Alla 30 cm pikkusi vardaotsi masinatega maha lõigata ei tohi.

Masina korpus peab olema maandatud. Lülititele ja muudele käivitusseadmetele tuleb pärast töö lõppu kaitsekatted peale asetada ja lukustada.

Käivitusseadmed tuleb paigutada töökohale hõlpsalt kättesaadavasse kõrgusse.

Kõik pöörlevad osad (hammasrattad, hoorattad jne.) peavad olema kaitstud vastavate kaitsepiiretega.

V p e a t ü k k

ARMATUURIVÕRKUDE JA -KARKASSIDE SIDUMINE

Viimastel aastatel on peaaegu kõigis ehitustööstuse harudes raudbetoonkonstruktsioonide armeerimiseks laialdaselt kasutusele võetud mitmesuguseid keevitatud armatuuri liike. Kevitatud armatuurivõrke ja tasapinnalisi ning ruumilisi karkasse kasutatakse edukalt nii elamu- ja tsiviil- kui ka tööstusehituses kerge- ja rasketööstuse ettevõtete, elektri- ja metallurgiatehaste, tamme- ja rea teiste suurte ehitiste püstitamisel. Kevitatud armatuurivõrkude ja -karkasside kasutamine soodustab tööde industrialiseerimist, võimaldab tunduvalt kokku hoida metalli, vähendada tööde mahukust ning raudbetoonkonstruktsioonide valmistusaegu.

Kevitatud armatuurivõrkude ja -karkasside mehhaniseeritud valmistamise ja ulatusliku kasutamise kõrval valmistatakse üksikutel ehitusobjektidel raudbetoonitööde väikese mahu korral (kui puuduvad vastavad tsentraliseeritud ettevõtted ning keevitusaparatuur) ka käsitsi seotud armatuurivõrke ja talade, sammaste ning muude konstruktsioonide armatuurikarkasse. Neil juhtudel

koostatakse armatuurivõrgud ja -karkassid üksikutest varrastest, mis seotakse ristumiskohtadelt traadiga kokku.

Armatuurivõrgud ja -karkassid seotakse pärast armatuurivaraste lõikamist ja painutamist.

1. SÖLMEDE SIDUMINE

Armatuurivõrkude ja -karkasside varraste ristumiskohad seotakse kokku sidumistraadiga lõiketangide abil (joon. 55).

Tangid peavad kergelt lahti ja kokku käima ning terad peavad olema pisut nürid, et nad sidumise ajal traati katki ei lõikaks.

Armatuuritööline hoiab tange paremas käes. Käepideme ühest harust hoitakse kinni pöidlaga, teisest — nimetissõrme, keskmise ja väikese sõrmega. Kolmas sõrm jäetakse harude vahele, temaga lükatakse tangid lahti.

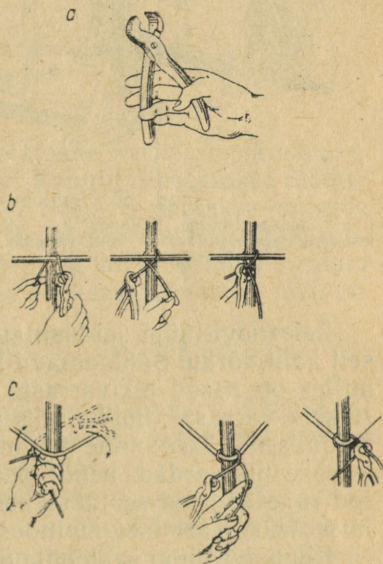
Kõige lihtsam ja sagedamini kasutatav viis armatuurivõrkude ja kergete karkasside varraste sidumisel on järgmine (joon. 55).

Tööline hoiab sidumistraadi väikest kera vasakus käes ja viib traadi otsa varraste ristumiskoha alt läbi. Siis tõmmatakse tangide abil traat risti ja keeratakse kokku. Keeramisel muutub pehme sidumistraat kõvaks ja katkeb. Traati tangidega katki näpistada ei tohi.

Sidumistraat võib olla mitte keras, vaid varem paraja pikkusega tükkideks lõigatuna kimbus. Sel juhul pole vaja traati katki keerata.

Vilunud armatuuritööline ei tõmba sidumistraati enne sõlme keeramist tihedalt vastu armatuurivardaid. Seda ei tohigi teha, sest tugevasti pingutatud traat katkeb juba enne sõlme lõpuni keeramist; samuti ei tohi aga traati jätta alguses varrastest eemale, sest siis tuleb tangidega teha rohkem pöördeid.

Kui vardad ristuvad kolmes eri suunas (näiteks talade või samaste armatuuri rangid ja töötav või jaotusarmatuur), siis seotakse nad kokku nurgasõlmega (joon. 55, c). Sidumistraat pistetakse rangi alt pikivarda taha ja painutatakse vasaku käe pöidlaga üles ümber rangi. Seejärel haa-

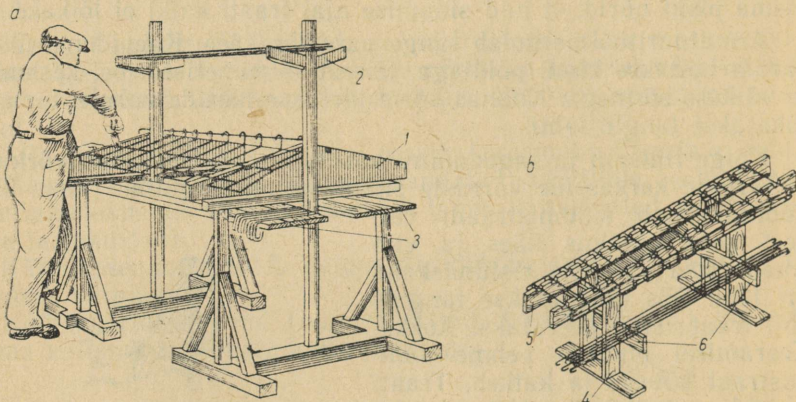


Joon. 55. Sõlme sidumise võtted
a — tangid; b — tavalise sõlme sidumine;
c — nurgasõlme sidumine

ratakse ülespainutatud traadiots tangide vahele ja tõmmatakse vasakus käes oleva traadiotsa kõrvale. Tangid koos traadiotsaga tõmmatakse paremale, nendega haaratakse sidumistraadi mõlemad otsad seotava ristumiskoha kõrval. Seejärel tõmmatakse tangid pingule ja pööratakse kaks korda.

2. ARMATUURIVÕRKUDE SIDUMINE

Standardsete ribiplaatide võrgud seotakse Železnovi- ja Kuzikovi-tüüpi šabloonlinal.



Joon. 56. Šabloon-töölaud võrkude sidumiseks

a — Železnovi-tüüpi töölaud; *b* — Kuzikovi-tüüpi töölaud; 1 — raam pesadega; 2 — konsoolidega postid; 3 — riul rangide hoidmiseks; 4 — paarispostid; 5 — sisselõigetega laud rangide jaoks; 6 — konsool sirgete varraste hoidmiseks

Železnovi-tüüpi šabloonlinal (joon. 56, *a*) saab siduda üheaegselt kaht võrku. Šabloonlaud koosneb kahest külglauast (raamist), milles on pesad pikivarraste asetamiseks, konsoolidega postidest sirgete varraste hoidmiseks ning aluslaudadest lahtiste rangide hoidmiseks. Töötamine toimub järgmiselt. Raami pesadesse asetatakse pikivardad, nende peale ettenähtud vahekaugusega lahtised rangid; need seotakse kokku. Seejärel pööratakse võrk ümber ja seotakse äärmised montaažvardad rangide külge.

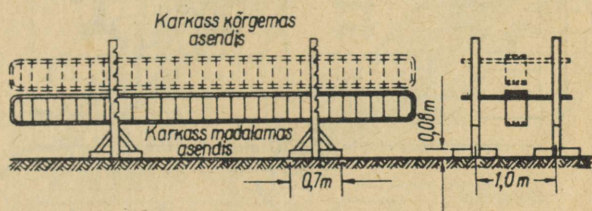
Kuzikovi-tüüpi šabloonlaud (joon. 56, *b*) koosneb kahest lauast, millesse on tehtud sisselõiked rangide jaoks. Alla on tehtud konsoolid sirgete varraste hoidmiseks. Kuzikovi-tüüpi šabloonil seovad võrku korraga kaks armatuuritöölist teine teisel pool lauda. Sidumise ajal võrku ümber pöörata ei ole vaja. Sisselõigete tõttu šabloonil pikilaudades saab rangid paigutada kohale ilma eelneva märkimiseta.

Železnovi- ja Kuzikovi-tüüpi šabloonlaidu võib kasutada ka

tasapinnaliste plaatide jaoks ettenähtud võrkude sidumiseks. Selleks lüüakse töölauale piki- ja põiklattidest šabloonid, millesse on lõigatud pesad varraste jaoks.

3. TALADE, SAMMASTE JA VAIADE ARMATUURIKARKASSIDE SIDUMINE

Talade, sammaste, vaiade ja teiste taoliste konstruktsioonide täisnurksete armatuurikarkasside allpoolkirjeldatud sidumisviisi (joon. 57) on välja töötanud armatuuritöoline I. A. Predko. Karkassid seotakse paarikaupa asetatud hammastpostidel, mille vahele



Joon. 57. Talade ja sammaste karkasside sidumine I. A. Predko meetodil

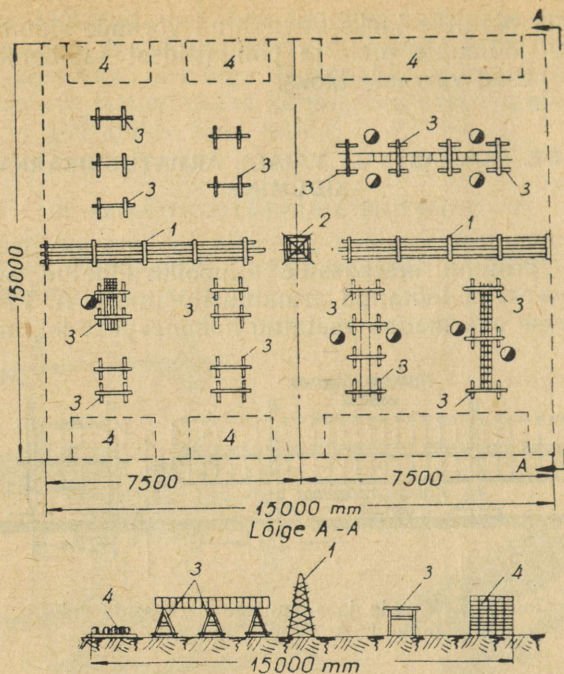
asetatakse metallpulgad. Nendele asetatakse karkassi pikivardad, viimastele omakorda vajalik arv range. Rangid nihutatakse mõõtejoonlaua abil õigetele vahekaugustele. Seejärel seotakse rangide ülemine äär pikivarraste külge. Nüüd tõstetakse metallpulgad, millel ripub pooleldi seotud karkass, kõrgemale, nii et alumisi vardaid oleks hõlpus siduda, ning seotakse ka karkassi alumised pikivardad rangide külge.

Karkasse seovad kaks armatuuritöölist, liikudes karkassi vastaststelt teineteisele vastu.

Talade karkassid seotakse ümberpööratud asendis; ülespööratud vardad asetatakse ülespöõretega allapoole, seejuures asuvad montaažvardad all, töötav armatuur — ülal.

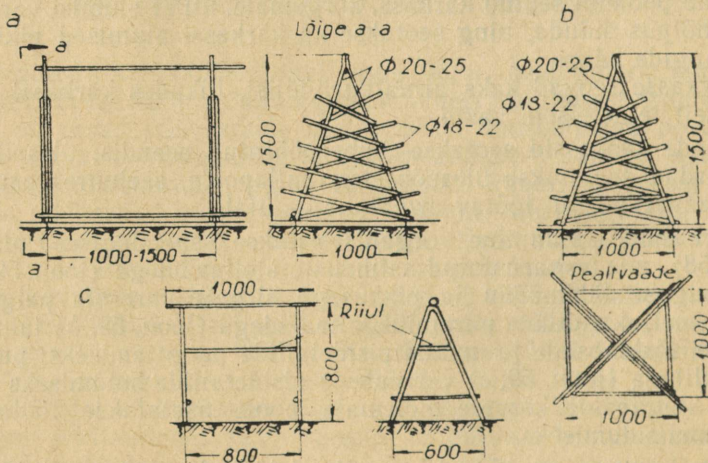
Karkasside sidumine organiseeritakse spetsiaalsel platsil (joon. 58), mis on varustatud astmeliste stellaažidega (joon. 59, a) mitmesuguse läbimõõdu ja pikkusega sirgete varraste paigutamiseks; neljakandiliste püramiidstellaažidega (joon. 59, b) lahtiste rangide, tõsteaasade ja muude pisidetallide paigutamiseks; pukkil-riiulitega (joon. 59, c) varraste ja pisidetallide hoidmiseks töökohal. Stellaažide kõrvale mõlemale poole asetatakse töölaud armatuuri sidumiseks.

Platsil suurusega 15×15 m võivad töötada üheaegselt 16 armatuuritöölist.



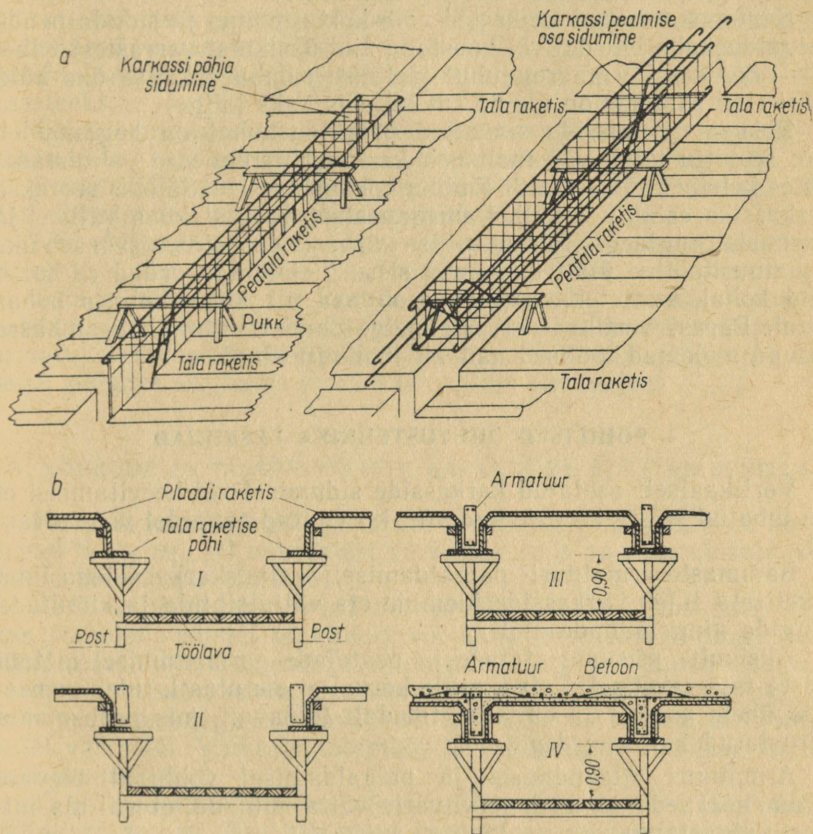
Joon. 58. Armatuurivõrkude ja -karkasside sidumise väljaku organiseerimine

1 — astmelised stellaazid; 2 — neljakandiline stellaaz; 3 — riiulitega pükid; 4 — valmistatud võrkude ja karkasside laoplaat



Joon. 59. Inventar karkasside kokkupanekuks ja sidumiseks
a — astmeline stellaaz; b — püramiidstellaaz; c — riiulitega pükid

Sellisel platsil võib karkasse siduda nii hambulistel kui ka lihtsatel pukkidel, karkassi überpööramisega. Karkasside sidumiseväljakuks võib olla osa vahelaest või raketise pind. Kui karkassid paigaldatakse kohe pärast nende valmistamist, on otstarbekohane siduda nad kokku vahetult paigalduskohal.



Joon. 60. Tala karkassi sidumine
a — tala raketise kohal; *b* — raketise põhjal

Joonisel 60, *a* on kujutatud tala karkassi monterimine ja sidumine vahetult raketisele asetatud pukkidel. Algul seotakse alumised vardad rangide külge, seejärel pööratakse karkass ümber ja seotakse ülemised vardad; pärast seda lastakse valmis karkass raketisesse.

Kui talade kõrgus on üle 60 cm, siis seotakse armatuur tala raketise põhjal, jättes selleks raketise ühe külje lahti (joon. 60, *b*, I).

Armatuur seotakse tala ühe külje poolt (joon. 60, *b*, *II*), seejärel paigaldatakse raketised (joon. 60, *b*, *III*), asetatakse kohale plaadi armatuur ja betoneeritakse lagi (joon. 60, *b*, *IV*).

Tala raketise põhja toetavate inventaarsete postide vahele ehitatakse armatuuritööliste jaoks töölava tiheda laudisena postidele naelutatud partel.

Sammaste rasked karkassid võib kokku panna ja siduda nende paigalduskoha lähedal või koostada nad üksikuist varrastest vahe-
tult raketises. Viimasel juhul jäetakse samba raketise üks külg lahti (kui samm on üle 65 cm lai, siis kaks külge).

Raskete karkasside sidumine paigalduskohal on aeganõudev töö; seetõttu tuleb vähemalt osa karkassi varem ette valmistada, jättes kohapeal teha ainult lõpliku kokkusidumise. Selleks seotakse karkassiks esialgu ainult 4 nurgapealset varrast koos väliste ja sisemiste rangidega. Pärast sellise karkassi paigaldamist laseb üks armatuuritööline ülalt ühekaupa sisse ülejäänud vardad ja hoiab neid kohal, kuni teine tööline seob nad all kahe-kolmes kohas kinni. Pärast vertikaalvarraste paigaldamist mitmesse sambasse seovad mõlemad tööliised nad alt lõplikult kinni.

4. PÕHILISED OHUTUSTEHNIKA EESKIRJAD

Vertikaalselt asetatud karkasside sidumisel või keevitamisel ei ole lubatud seista kinniseotud või keevitatud rangidel või varrastel.

Sammaste armatuuri paigaldamisel valmiskarkassidena ilma raketiseta tuleb karkasside ülemine ots välja rihtida ja kinnitada rangide ning laudade abil.

Üksikult seisvate talade ja peatalade armeerimisel ei tohi seista tala raketisel. Talad, mille kõrval ei ole plaati, tuleb armeerida ühele poole tala ehitatud tihedalt töölavalt, mis peab olema varustatud kaitsepiirdega.

Armatuuri etteandmisel ja paigaldamisel voolu all olevate juhtmete läheduses tuleb tarvitusele võtta abinõud, et vältida inimeste vigastamist.

VI peatükk

ARMATUURI KEEVITAMINE JA PAIGALDAMINE

Nagu varem öeldud, paigaldatakse meil igal aastal miljoneid kuupmeetrid betooni ja raudbetooni. Raudbetoonitööde tohtu maht tingib ka vastava armatuuritööde mahu. Nii valmistati ja paigaldati näiteks Kuibõševi hüdroelektrijaama ehitusel iga päev 500—750 tonni armatuuri.

Neis tingimustes on tavalise, ehitusplatsil sadadest tuhandetest sidumistraadiga kokku seotud üksikvarrastest armatuuri kasutamine mõttetu. Ainult armatuuri valmistamise ja paigaldamise industriaalsed meetodid võivad tagada tööde kiiruse ja hea kvaliteedi.

Armatuuritööde industrialiseerimine saavutatakse keevituse juurutamise teel armatuuritööl ning luues spetsiaalseadmetega varustatud armatuuritöökojad ja -tehased, kus üksikvardad ühendatakse suuremateks elementideks — armatuurivõrkudeks ja -karkassideks.

Töö produktiivsuse ja kvaliteedi saavutamiseks tuleb armatuurivõrkude ja -karkasside tootmine organiseerida voolumeetodil.

Armatuurivõrkude ja tasapinnaliste karkasside ristuvad vardad ühendatakse punktkeevitusmasinatel.

Kui ehitusel pole vajalikke keevitusseadmeid (punktkeevitusmasinaid), siis lubatakse kasutada kaarkeevitust.

Talade, sammaste ja muude ruumiliste karkasside ristuvad vardad, jämedate varrastega tasapinnalised karkassid ja kandvate armatuurikarkasside keevisühendused valmistatakse kaarkeevitusega, pidades seejuures kinni vastavatest erinõuetest.

1. VÕRKUDE JA TASAPINNALISTE KARKASSIDE ELEKTRIKEEVITUS

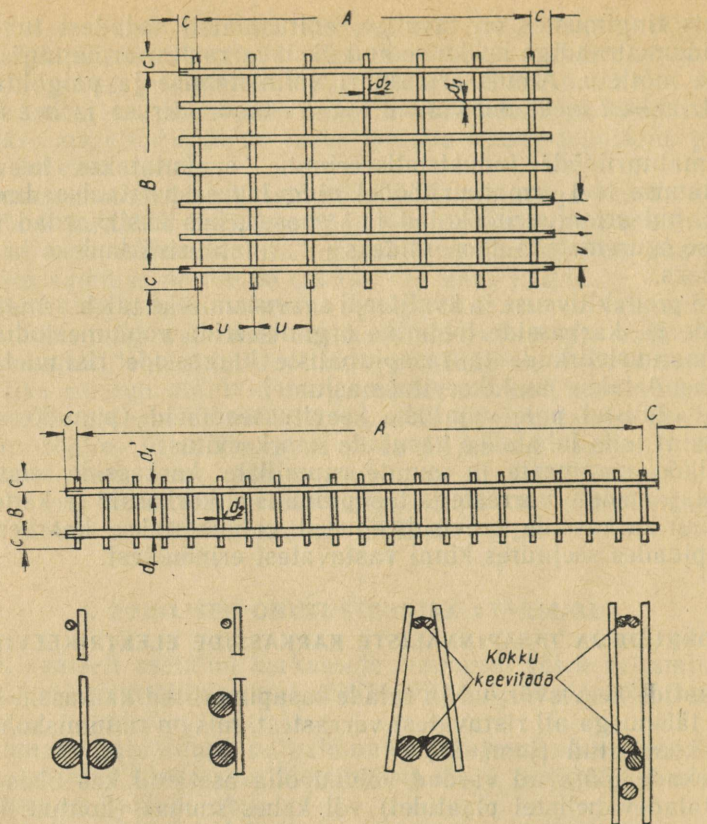
Plaatide keevisvõrgud ja talade tasapinnalised karkassid koosnevad täisnurga all ristuvatest varrastest, mis on ristumiskohtadel kokku keevitatud (joon. 61).

Võrkude töötavad vardad võivad olla asetatud kas ühes suunas (taladevahelistel plaatidel) või kahes suunas (kontuuril toetatud plaatidel). Esimesel juhul on mittetöötavas suunas asetatud vardad jaotusvarrasteks. Jaotusvardad on väiksema läbimõõduga ja nende vahekaugus on tavaliselt 1,5—2 korda suurem kui töötaval varrastel. Varraste läbimõõt ja vahekaugus võetakse vastavalt projektile.

Tala tasapinnalisel keeviskarkassil võib olla üks kuni kolm töötavat varrast. Kui töötavaid vardaid on rohkem kui üks, siis paigutatakse nad kahele poole või kahte ritta (joon. 61, c), vahekaugusega ridade vahel vähemalt 25 mm. Montaažühikute ja tala laiuse vähendamiseks ühendatakse kaks tasapinnalist karkassi mõnikord kaarkeevituse abil üheks (joon. 61, d). Seejuures tuleb arvestada, et selline ühendamine võib põhjustada teatud raskusi betoonisegu paigaldamisel.

Keevisvõrkude ja -karkasside valmistamiseks kasutatakse tavalist süsinikterast ja vähese süsinikusisaldusega külmaltpõmmatud terastraati läbimõõduga 3 kuni 10 mm. Terase mark ja läbimõõt võetakse vastavalt projektile.

Nagu ülalpool öeldud, on võrkude ja tasapinnaliste karkasside



Joon. 61. Armatuuri elemendid, mis on valmistatud punktkeevitusmasinail

a — tasapinnaline võrk; b — tasapinnalise karkassi külgvaade; c — karkassi mitmesugused ristlöiked; d — tasapinnaliste karkasside ühendamine

valmistamisel põhiliseks keevituse liigiks punktkeevitus, mille juures elektroodid juhivad voolu keevituskohale ning spetsiaalsete seadmete abil luuakse surve keevitatavatele detailidele.

Punktkeevitusel tekib keevitatavate varraste kokkupuutepunktis, samuti ka varraste ja elektroodide vahel, keevitamiseks vajalik kuumus.

Üheaegselt keevitatavate ristumiskohtade arvu järgi jaotatakse keevitusmasinad ühepunktilisteks ja mitmepunktulisteks.

Joonisel 62 on kujutatud ühepunktilise keevitusmasina skeem. Trafo 1 primaarmähisist 2, mis on ühendatud vooluvõrguga sulavkaitsmete kaudu, võib regulaatori 4 abil sektsioonide kaupa ümber lülitada vajalikule pingele. Sekundaarmähisest 3 juhatakse vool

vastavate hoidjate vahele kinnitatud elektrootidesse — ülemisse liikuvasse elektroodi 6 ja alumisse liikumatusse elektroodi 5. Kui vajutada pedaalile 7, pigistab ülemine elektroot keevitatava detaili kinni, ning samaaegselt lülitatakse kontaktori 8 kaudu vool sisse.

Trafo primaarmähis on lülitatud vooluvõrku, sekundaarmähis on aga ühendatud elektrootidega. Regulaatori abil saab muuta trafo ülekanne, muutes voolu tugevust sekundaarmähises.

Töötamisel surutakse vardad (pedaalile vajutamise teel) elektrootidega kokku; samaaegselt lülitatakse sisse vool, mis kuumutab detailid keevituskohas. Keevitusprotsess lõpeb voolu väljalülitamisega ning elektrootide vabastamisega surve alt.

Standardsed punktkeevitusmasinad jaotatakse:

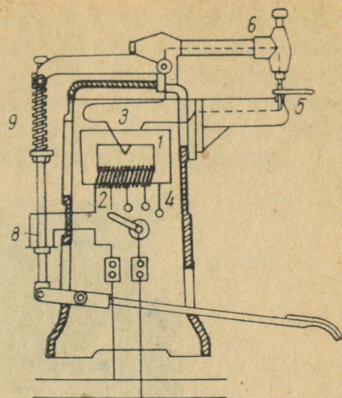
a) ehitusviisi järgi — statsionaarseteks ja teisaldatavateks,
 b) survemehhanismi ajami järgi — käsi- või pedaaal-survega masinateks ning mootor-, pneumaatilise või pneumohüdraulilise survega masinateks.

Pedaal-survega masinates АТII-25 (joon. 63, a), АТII-50, АТII-75 antakse survejõud keevituskohale pedaalilt üle vedrudega hoobmehhanismi abil. Voolu all hoidmise aeg sõltub pedaalile vajutamise kestusest; keevitusprotsess ei ole automaatses režiimis.

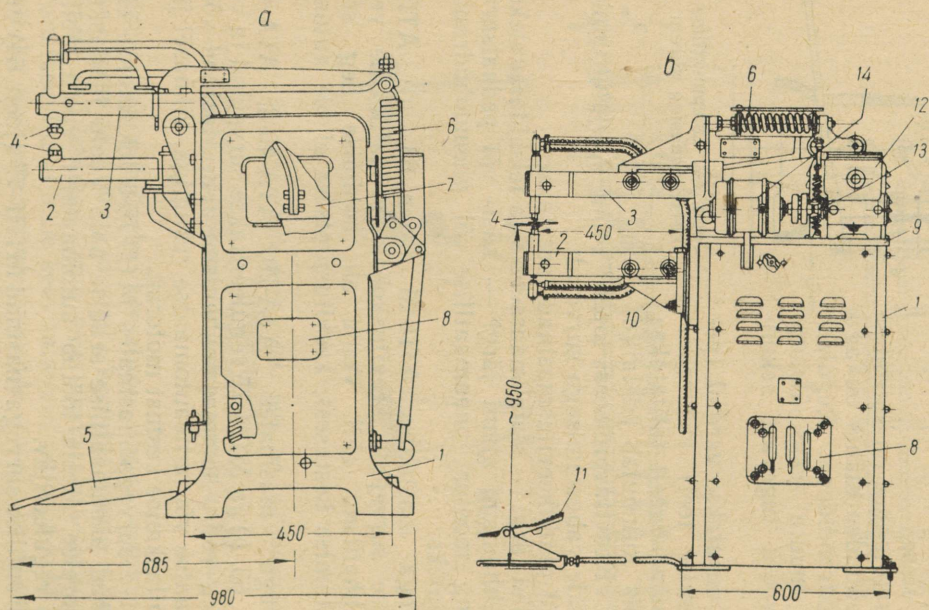
Mootor-survega masinates АТА-20, АТА-40-8, АТА-40-9, МТМ-50 (joon. 63, b) ja МТМ-75 reguleeritakse survejõud ja voolu läbilaskmise aeg vedru-hammasmehhanismi abil. Masinad võivad töötada automaatse või mitteautomaatse režiimiga, viimasel juhul juhib voolu läbilaskmise kestust motorist.

Pneumaatilise survega masinates МТII-75-6 tekitatakse elektrootide survejõud pneumaatilise seadise abil. Voolu läbilaskmise aja määrab ajarelee. Masin töötab automaatselt; voolu läbilaskmise kestus on reguleeritav.

Pneumohüdraulilise survega masinad МТIIГ-75 (joon. 64) erinevad pneumaatilise survega masinatest selle poolest, et neis muundatakse suruõhu rõhk õli kõrgrõhuks. Tehases «Elektrik» on välja töötatud rida uusi masinaid raudbetoonkonstruktsioonide armatuuri elektriliseks punktkeevituseks. Nende hulka kuuluvad АТМС-14 × 75-3 tüüpi masinad kuni 2700 mm laiuste armatuurivõrkude keevitamiseks terasest läbimõõduga 3 + 3 mm kuni 10 + 10 mm; МТМК-2 × 150 tüüpi masin tasapinnaliste armatuurikarkasside



Joon. 62. Uhepunktilise keevitusmasina skeem

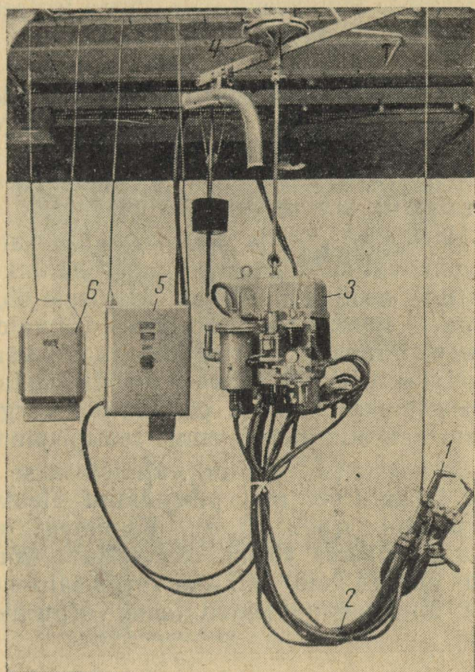


Joon. 63. Masinad armatuuri punktkeevituseks

a – masin ATII-25; *b* – masin MTM-50; 1 – kere; 2 – liikumatu lõug; 3 – liikuv lõug; 4 – elektroodid; 5 – surve mehhanismi pedaal; 6 – survevedru; 7 – keevitustrafo; 8 – trafo ümberlüüti; 9 – ülemine plaat; 10 – kronstein; 11 – pedaal; 12 – ülekandemehhanism; 13 – tigu reductor; 14 – elektrimootor

keevitamiseks pikiarmatuuri läbimõõduga 4 kuni 24 mm, põikarmatuuri läbimõõdu juures 4 kuni 12 mm; ja rida teisi masinaid.

Mitmepunktilised keevitusmasinad on eksploatatsioonis ökonoomsed ja otstarbekohased spetsialiseeritud tsentraalses tööstusettevõttes, milles toodetakse suurearvuliselt monteeritavaid raudbetoondetaile ja -konstruktsioone, või keevisvõrkude tehases.



Joon. 64. Rippuv punktkeevitusmasin
MTPII-75

1 — tangid; 2 — keevituskaabel; 3 — trafo; 4 —
riputuskonks; 5 — elektriseadmete kapp; 6 — aja-
regulaator

Kõigil punktkeevitusmasinatel on vesijahutus, seetõttu tuleb masina paigalduskoha juurde tuua veetorustik ning luua vee ärajuhtimise võimalus.

Keevitamise aeg sõltub keevitusvoolu tugevusest ning keevitatavate detailide mõõdetest. Ökonoomsemateks keevitusrežiimideks loetakse selliseid, milles keevitusaeg (keevitusvoolu läbimise kestus) ei ületa 0,1—0,5 sek.

Keevitusmasinal töötavad V—VII liigi armatuurikeevitaja ja IV liigi abitööline. Viimane kannab vardad kohale ja laob nad kee-

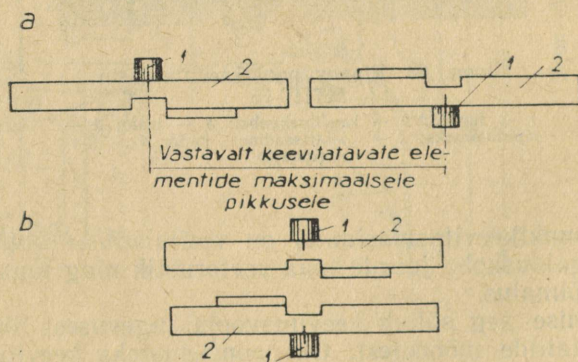
vitaja töölauda juures olevale riiulile, samuti kannab ta valmis-keevitatud võrgud ja karkassid ära. Pikkade võrkude ja karkasside keevitamisel tuleb abiks võtta veel teine abitööline.

Võrkude ja tasapinnaliste karkasside keevitamisel seisneb töökohta organiseerimine seadmete ja abinõude kõige ratsionaalsemas paigutamises. Töökohal peavad olema: 1—2 keevitusmasinat, mille ees asetseb töölaud ja alus keevitajale (tema isoleerimiseks põrandast); pukid valmistoodangu paigutamiseks; kast valmisloigatud varraste jaoks.

Kuni 3 m pikkused võrgud keevitatakse ühel keevitusmasinal järgmiselt. Algul keevitatakse ühe pikivarda külge täisnurga all põikvardad, seejärel pööratakse võrk 180° võrra ja keevitatakse põikvarraste teine äärmine pikivarras. Seejärel keevitatakse põikvarraste külge vajalik arv sisemisi pikivardaid.

Üle 3 m pikkused võrgud ja tasapinnalised karkassid keevitatakse V. S. Zamkovi meetodi järgi kahel punktkeevitusmasinal. Keevitusaparaatide asetust vastavalt joonisele 65, a kasutatakse kitsaste võrkude ja karkasside korral; see võimaldab neid keevitada ilma ümberpööramiseta. Pärast piki- ja põikvarraste keevitust ühes ääres lükatakse võrk või karkass mööda lauda teise aparaadi juurde, kus keevitatakse piki- ja põikvardad võrgu teises ääres. Selline masinate paigutus nõuab suurt tootmispinda.

Laiu armatuurivõrke ($1,2 \times 6$ m) valmistatakse kahel teineteise vastu asetatud ja kuni 550 mm pikendatud elektroodihoidjatega punktkeevitusmasinal (joon. 65, b). Kummagi masina juurde tehakse laud, mille pikkus võrdub keevitava võrgu kahekordse pikkusega, laius on aga veidi väiksem võrgu laiuselt. Keevitus toimub järgmiselt: ühel masinal keevitatakse võrgu üks pool, seejärel

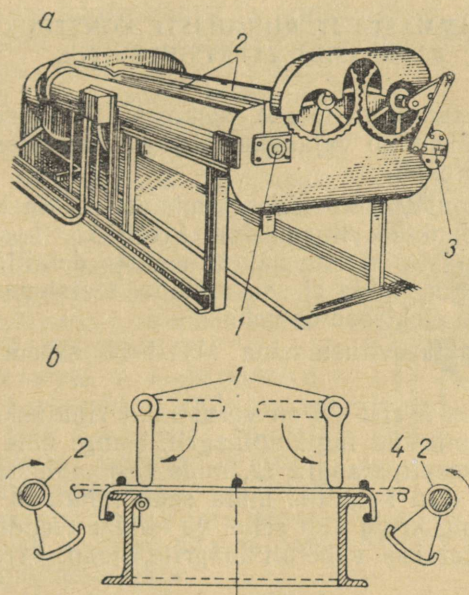


Joon. 65. Punktkeevitusaparaatide asetus üle 3 m pikkuste võrkude ja karkasside keevitusel

a — kitsaste karkasside ja võrkude korral; b — laiade karkasside ja võrkude korral; 1 — punktkeevitusaparaat; 2 — töölaud

tõstetakse võrk teise masina lauale ning keevitatakse seal teine pool. Masinate selline asetus väldib laiade võrkude ümberpööramise vajaduse.

Laiu võrke võib keevitada kaheliikmeline lüli: V—VI liigi armatuuritööline ja III liigi abitööline. Viimane hoiab võrku keevituse ajal ja aitab armatuuritöölist vardaid kohale asetada ning võrku ühelt töölaualt teisele tõsta.



Joon. 66. A. P. Rezvetsovi konstrueeritud keevitusvõrkude painutuspink

a — üldvaade; *b* — pingi konstruktiivne skeem; *1* — klambrid; *2* — võllid; *3* — laager; *4* — võrk

Ribiliste raudbetoonplaatide armatuurivõrgud keevitatakse kokku tasapinnalistena, seejärel painutatakse A. P. Rezvetsovi pingil (joon. 66). Rezvetsovi-tüüpi mehaanilise pingi konstruktiivne skeem on väga lihtne. Tasapinnaline keevisvõrk *4* asetatakse pingile, elektrimootor lülitatakse sisse, klambrid *1* suruvad võrgu vastu lauda, sektorvõllid *2* pöörduvad ja painutavad võrgu kahelt poolt kogu pikkuses ära.

Võrkude ja tasapinnaliste karkasside keevituse kvaliteeti tuleb nende valmistamisel pidevalt kontrollida. Kontrollimismeetoditeks on:

- valmisvõrkude vaatlus ja ülemõõtmine;
- keewisühenduste tugevuse kontroll; kui võrgu pikivarda ots, mis

ulatub üle äärmise põikvarda, 90° võrra võrgu tasapinnast välja painutada, peab keevisühendus terveks jääma;

üksikute keevituspunktide kontroll; selleks lüüakse punkt vasaraga lahti. Murdepind peab olema sädelev, tumedate kohtadeta, mis tekivad läbikleepimata sõlmedes, murdepinnas ei tohi olla õnarusi, poore ega pragusid.

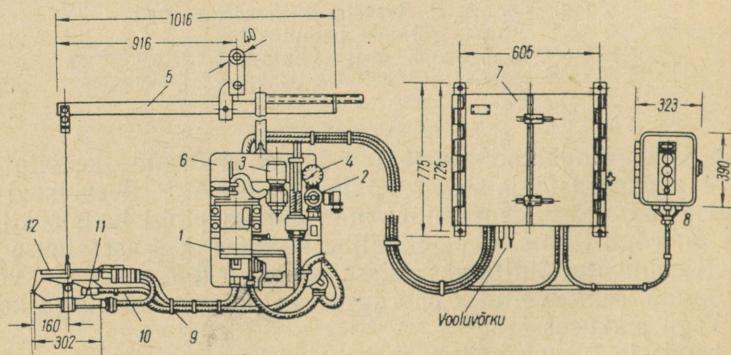
2. TALADE, SAMMASTE JT. RUUMILISTE KONSTRUKTSIOONIDE KARKASSIDE ELEKTRIKEEVITUS

Keevituse kasutamine talade, sammaste jt. konstruktsioonide valmistamisel vähendab vajalikku tööaega võrreldes käsitsi sidumisega mitmekordselt.

Ruumiliste konstruktsioonide valmistamisel on kõige efektiivsem rippuva punktkeevitusmasina MTIIГ-75 kasutamine (vt. joon. 64). See masin on ette nähtud selliste detailide ja sõlmede punktkeevitamiseks, mida ei saa asetada statsionaarsete punktkeevitusmasinate elektrootide vahele.

Rippuva punktkeevitusmasina MTIIГ-75 skeem on kujutatud joonisel 67.

Keevitusmasin MTIIГ-75 on varustatud riputus kangiga 5, mis kiigub lakke kinnitatud tugikuullaagril. Kangi ühte otsa on trosiga riputatud keevitustangid 12, mida tasakaalustab trafo. Viimane on kinnitatud kahvlile, mida saab nihutada mööda kangi lühikest õlga ning kruvi abil sellel vajalikkude asendisse kinnitada. Kui trafo kinnitatakse vahetult laagrile (joon. 64), tuleb tangid



Joon. 67. Rippuva punktkeevitusmasina MTIIГ-75 skeem

1 — pneumohüdraulilise süsteemi silinder; 2 — filter; 3 — reduktor; 4 — manomeeter; 5 — riputus kang; 6 — keevitustrafo; 7 — elektriseadmete kapp; 8 — ajaregulaator; 9 — väikese reaktiivtakistusega kaabel; 10 — kõrgrõhuvoolik; 11 — tangide hüdrauliline silinder; 12 — tangid

tasakaalustada spetsiaalse vastukaaluga. Tugikuullaagri tõttu on masin kergesti pööratav 360° ulatuses.

Masin on automaatselt juhitud. Vastavalt keevitatavate elementide paksusele ja nõutavale keevitusrežiimile lülitatakse trafo ettenähtud ülekandele. Ajaregulaatori abil määratakse keevitusükli nelja järgneva etapi — elektroodide kokkusurumise, keevitusvoolu läbilaskmise, keevitatud detailide surve all hoidmise (voolu läbilaskmiseta) ja kahe keevituse vaheaja kestused.

Pärast masina kontrollimist ja reguleerimist võtab keevitaja ühe sõlme tangide vahele (joon. 68) ja lülitab masina automaatsjuhtimissüsteemi sisse. Alates sellest hetkest toimub kogu keevitusprotsess automaatselt. Kui keevitustsükkel on lõpetatud, jäävad tangide otsad lahti.

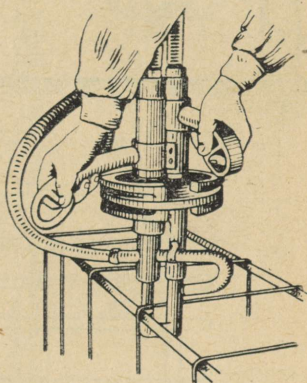
Tangidega töötades on keevituste arv minutis keskmiselt 60 ja sõltub karkassi kujust, töötingimustest, keevitatavate elementide paksusest ja keevitaja enda osavusest. Tootlikkus on tangidega keevitamisel tunduvalt suurem kui kaarkeevitamisel.

Talade, sammaste jt. konstruktsioonide rasked karkassid valmistatakse kaarkeevituse teel. Karkasside koostisosade ettevalmistus, keevitus ja ühendamine armatuuriplokkideks toimub reeglina ehitusorganisatsiooni armatuuritsehhis; sealt transporditakse plokkid nende paigaldamiskohta.

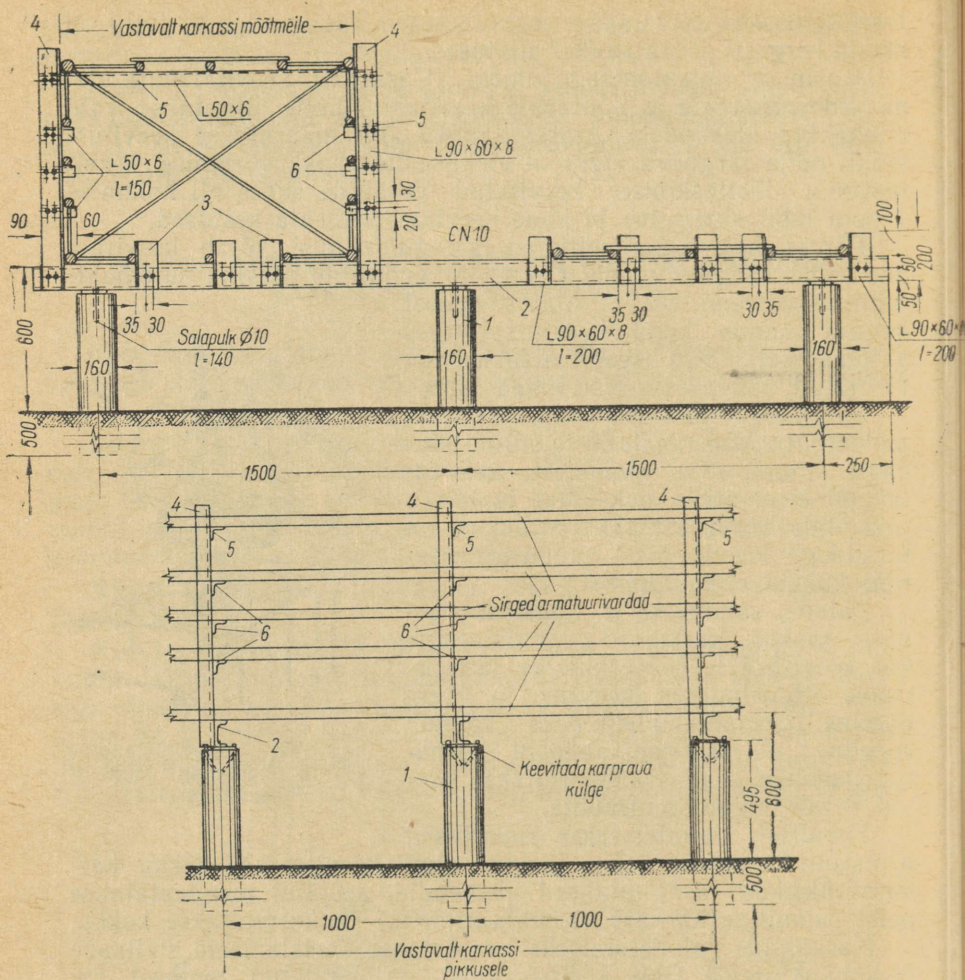
Tavaliselt valmistatakse ruumilised armatuurikarkassid kahes järgus: algul keevitatakse kokku karkassi üksikud tasapinnalised elemendid, seejärel moodustatakse neist ruumiline karkass (armatuuriplokk) ja keevitatakse kokku.

Karkasside valmistamiseks kasutatakse spetsiaalseid stellaaže ja konduktoreid. Üks konduktoreist on näidatud joonisel 69. Maasse kaevatud puidust aluspostidele 1 kinnitatakse karpterased horisontaalraam 2. Raami külge kinnitatakse poltide abil toed 3, mis fikseerivad karkassi pikivarraste asukoha. Kõrgete ruumiliste konstruktsioonide kokkupanekuks ja keevitamiseks kinnitatakse raamile 2 poltide abil kõrged nurkterased postid 4, mille vahekaugus ja kõrgus võetakse karkassi mõõdete kohane.

Karkasside kokkupanek ja keevitamine toimub järgmiselt. Konduktorile asetatakse — tihedalt vastu tugesid — kahe tasapinnalise karkassi nurkmised ja keskmised pikivardad. Konduktori vasakpoolsele osale, kuhu on kinnitatud kõrged postid, asetatakse ühe tasapinnalise karkassi vardad; parempoolsele osale — teise karkassi vardad. Pärast diagonaalide (konstruktiivne armatuur,



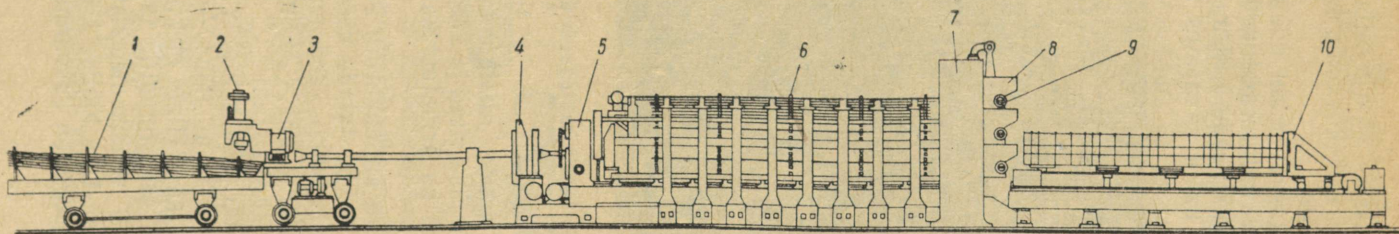
Joon. 68. Kevvitustangide KTF-75 hoidmine karkassi keevitamisel



Joon. 69. Konduktor tööstushoonete sammaste karkassi kokkupanekuks ja keevitamiseks

mis on vajalik karkassile jäikuse andmiseks) ja põikvarraste külge-keevitamist tõstetakse konduktori parempoolses osas valmistatud tasapinnaline karkass kraana abil vasakpoolsesse ossa ja asetatakse kõrgete postide põiksidemetele 5. Postidele 4 kinnitatud horisontaalriksaatoritele 6 asetatakse külgmised pikivardad. Seejärel keevitatakse need vardad diagonaalide ja põikvarrastega kokku.

Kui kogu karkass on kokku keevitatud, eemaldatakse konduktori põiksidemed ja postid, valmis karkass võetakse maha ja tõstetakse valmistoodangu lattu või otse paigalduskohale.

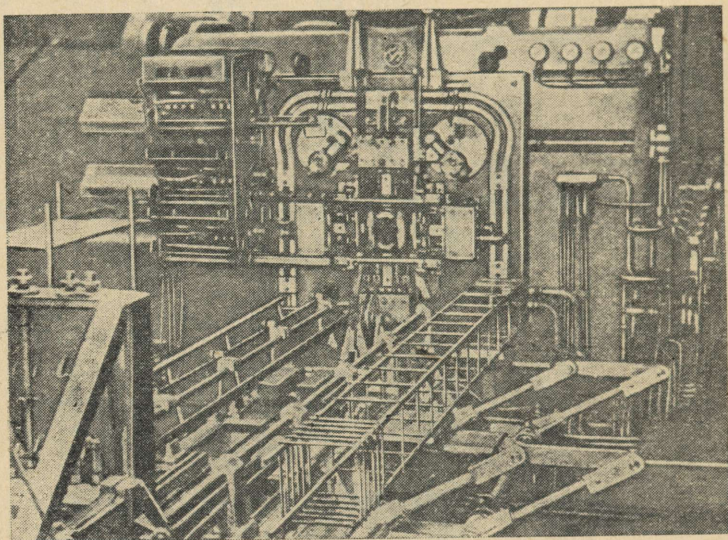


Joon. 70. Samba karkassi valmistamise tehnoloogiline skeem liinil MK-251

1 – pikivarraste punker; 2 – magnetõstja; 3 – varraste etteandemehhanism; 4 – armatuurikärid varraste parajaks lõikamiseks; 5 – varraste õgvendamise agregaat; 6 – varraste paigutamise mehhanism; 7 – keevitusagregaat; 8 – pöikvarraste punker; 9 – pöikvarraste etteandemehhanism; 10 – tõmbevanker.

Ruumiliste armatuurikarkasside kaarkeevitamisel kasutatakse standardseid keevitusaparaate: vahelduvvoolu keevitustrafosid või alalisvoolu keevitusgeneraatoreid.

Ehitustegevuse suur, üha kasvav maht nõuab raudbetoonsammaste, -talade jt. taoliste elementide armatuurikarkasside valmistusprotsesside industrialiseerimist; seda eriti monteeritavate raudbetoondetailide valmistamisel uutest võimsates tehastes.



Joon. 71. Liini MK-251 keevitusagregaadi üldvaade

Moskva ja Ljuberetski suurte raudbetoonkonstruktsioonide tehastes on esmakordselt mehhaniseeritud ja automatiseeritud kogu tootmisprotsess, kaasa arvatud ka armatuurikarkasside valmistamine.

Neis tehastes on üles seatud automaatliin MK-251, millel valmistatakse raudbetoonsammaste ja -talade keevitatud armatuurikarkasse. Liinil saab valmistada 3000—7200 mm pikkusi karkasse ristlõikega 230×230 , 230×330 ja 330×330 mm; 12, 8 ja 4 pikivardaga, mille läbimõõt on 10 kuni 25 mm.

Joonisel 70 on kujutatud karkassi sellise valmistamise tehnoloogiline skeem; liini pikkus on 34 m, laius — 5,75 m ja kõrgus — 2,4 m. Kogu liini seadmete kaal (ilma elektriseadmete ja hüdrauliliste sõlmedeta) on 32 t. Maksimaalne tarbitav võimsus on 400 kW. Tootlikkus on 8—10 seitsmemeetrist karkassi tunnis. Liini teenindavad kolm inimest. Ühe töölise tööjõudlus, võrreldes karkasside käsitsi valmistamisega, on kasvanud 15—35 korda.

Automaatliin MK-251 koosneb 11 agregaadist (joon. 71) ja masinast, mis on järjestikku ühendatud ühiseks automaatseks tööttsükliks.

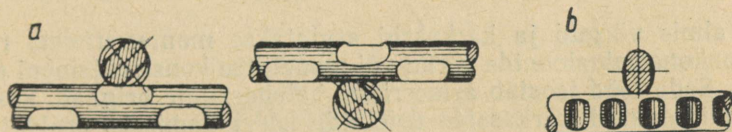
3. KÜLMALTTÖMMATUD, KALIBREERITUD JA MULJUTUD TERASE KEEVITAMISE ISEÄRASUSED

Nagu ülalpool öeldud, kasutatakse teraste tugevuse suurendamiseks külmtöötlemist — tõmbamist, muljumist ja kalibreerimist (varda venitamist ettenähtud jõuga). Töötlemise tagajärjel tekib terase plastiline deformatsioon, mille tõttu tõuseb terase voolavuspiir, kõvadus ja tõmbetugevus. Neid terase plastilise deformatsiooniga kaasnevaid nähte nimetatakse kalestumiseks.

Ülalmainitud meetodeil parandatud mehaaniliste omadustega teraste keevitamisel on rida raskusi, kuna kõrge temperatuuri kestev mõju võib keevituskohas kalestuse kaotada, järelikult ka vähendada terase mehaanilist tugevust. Seetõttu on selliste teraste keevitamine võimalik ainult lühiaegse kõrge temperatuuri mõjul ning piiratud kuumutustsooni korral, s. o. nn. jäiga keevitusrežiimi korral.

Jäigaks nimetatakse sellist keevitusrežiimi, kus voolu läbimiskestus on maksimaalselt lühendatud voolu tugevuse suurendamise arvel. Jäiga režiimi korral väheneb ka metalli kuumutustsoon, mis annab võimaluse keevitada külmalttöödeldud armatuuri ilma metalli struktuuri märgatava rikkumiseta.

Et vältida kalestuse kadumist, ei lubata ristuvate külmalttöödeldud varraste ühendamiseks kasutada kaarkeevitust.

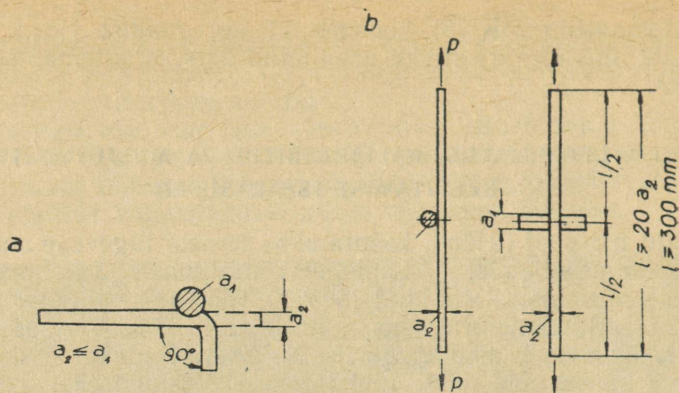


Joon. 72. Külmaltmuljutud varraste punktkeevitus
a — varraste lubamatu asetus; *b* — varraste soovitatav asetus

Külmaltmuljutud perioodilise profiiliga varraste punktkeevitusel ei lubata vardaid ühendada nii, et muljumisel tekkinud lamenduste pinnad kokku langeksid (joon. 72, *a*). Vardaid on lubatud ühendada ainult servadega vastamisi (joon. 72, *b*).

Sel teel kokkukeevitatud armatuuri tuleb proovida. Selleks tehakse külmalttöödeldud terasest proovikehad löike- või paindeprooviks külmas olekus (joon. 73, *a*), samuti proovikehad tõmbe- prooviks (joon. 73, *b*).

Põkk-kontaktkeevituse korral kuumutatakse kogu varda ristlõi-



Joon. 73. Külmalttöödeldud terase keevisühenduste proovikehad ja proovimisviis

a — proovimine külvalt painutamisega; b — ristikujuuline tõmbe-proovikeha

get, mistõttu kaldestus kaob ja terase mehaanilised omadused halvenevad. Seetõttu lubatakse külmalttöödeldud armatuurivarraste põkk-kontaktkeevitust kasutada ainult üle 14 mm läbimõõduga varraste korral, kusjuures konstruktsiooni ristlõikes ei tohi jätkatavate armatuurivarraste pind ületada 25% kogu töötava armatuuri pinnast antud ristlõikes.

4. KEEVITATUD JA SEOTUD ARMATUURIKARKASSIDE PAIGALDAMINE

Valmis võrgud ja karkassid asetatakse monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide vormi või monoliitse konstruktsiooni raketisse. Seda tööd teostab armeerijate-betoneerijate brigaad, kusjuures paigaldatud karkasside defektide kõrvaldamiseks eraldatakse üks valvearmeeriija.

Armatuurikarkasside transportimise abinõude valik oleneb kohapealsetest tingimustest ja sõltub veokaugusest, karkasside mõõtmetest ja kaalust. Monoliitsete raudbetoonkonstruktsioonide valmiskarkassid võib vedada paigalduskohale lahtistel raudteevagunitel, järelvankritega veoautodel, treileritel, kaabelkraanadega jne. Karkasside peale- ja mahalaadimine ning paigaldamine toimub vastava võimsusega kraanade abil.

Enne karkasside paigaldamist peavad armeerijad kontrollima raketise mõõteid, kuna sellest sõltub armatuuri paigalduse ning kogu konstruktsiooni kvaliteet. Kõrvalekaldumised raketise ettenähtud mõõteist ei tohi ületada vastavate tehniliste tingimustega (X ptk., tabel 24) lubatud suurusi.

Armatuuri paigaldamisel tuleb silmas pidada, et armatuuri ja

konstruktsiooni välispinna vahele peab jääma ettenähtud paksusega betoonikiht, mida nimetatakse kaitsekihiks. See peab kaitsma armatuuri korrosiooni eest. Betoonkaitsekihi paksus (töötava armatuurini) peab olema:

a) raskest betoonist kuni 100 mm paksustes plaatides ja seintes — vähemalt 10 mm, kergest betoonist — vähemalt 15 mm;

b) üle 100 mm paksustes plaatides ja seintes ning tihedaribiliste vahelagede ribides — vähemalt 15 mm;

c) talades ja sammastes, mille pikiarmatuuri läbimõõt on kuni 20 mm — vähemalt 20 mm, armatuuri läbimõõdu korral üle 20 mm — vähemalt 25 mm; pikiarmatuuri läbimõõdu korral üle 35 mm on soovitatav võtta betoonkaitsekihi paksuseks vähemalt 30 mm, sorditerasest armatuuri korral — 50 mm.

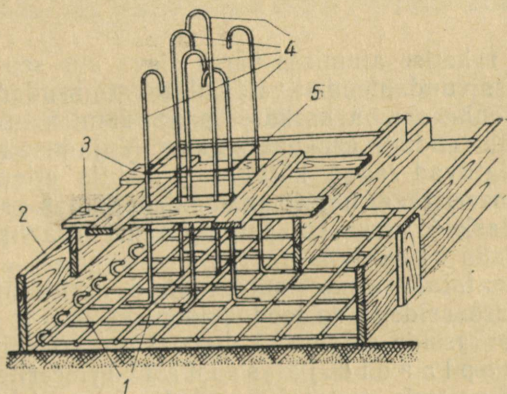
Rangid ja põikvardad peavad asetsema betoonis vähemalt 15 mm kaugusel välispinnast.

Rõngakujulise ristlõikega elementides peab pikiarmatuuri kaugus toru sisepinnast olema vähemalt sama suur kui kaugus toru välispinnast.

Kui raudbetoonkonstruktsioonid asuvad järjekindlalt suitsu, hapete aurude või kõrgendatud niiskuse mõju all, tuleb ülalnäidatud kaitsekihi paksusi suurendada vähemalt 10 mm võrra.

Vajaliku kaitsekihi paksuse saamiseks asetatakse armatuuri alla vastavad betoonist alusklotsid.

Sammaste v u n d a m e n d i d armeeritakse keevisvõrkudega. Suurte vundamentide ja raske armatuuri korral paigaldatakse võrgud kraanadega. Mõnikord armeeritakse sammaste vundamendid üksikute varrastega, mis seotakse kokku vastavatel šabloonidel süvendi äärel või otse paigalduskohal.

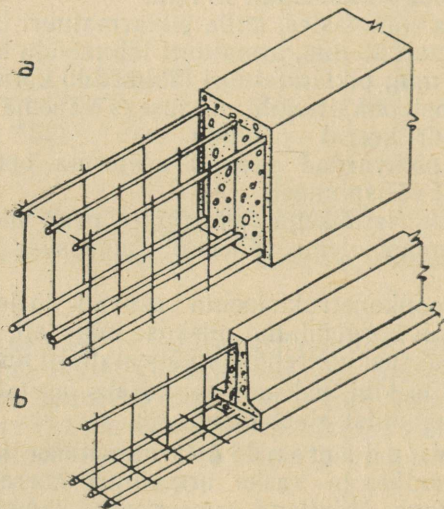


Joon. 74. Vundamentide armatuuri ja sammastesse ulatuvate armatuurivarraste paigaldamine

1 — vundamendi armatuurivõrk; 2 — raketis; 3 — raam, väljaulatuvate varraste kinnitamiseks; 4 — väljaulatuvad vardad; 5 — rang

Üheaegselt vundamentide armatuuri paigaldamisega asetatakse kohale ka väljaulatuvad armatuurivardad, mis peavad jääma vundamendi pinnast 30—50 läbimõõdu võrra kõrgemale (joon. 74). Hiljem kinnitatakse nende külge sammaste armatuuri pikivardad.

Sambad armeeritakse töökojas valmistatud karkassidega. Karkassid lastakse samba raketisse: rasked — kraanaga, kerged — käsitsi. Sammaste armatuuri sidumist raketises on kirjeldatud



Joon. 75. Talade armeerimine tasapinnaliste keeviskarkassidega

a — täisnurkse ristlõikega tala; b — T-tala

varem. Läbi raketise alumises ääres oleva ava seotakse raketisse lastud karkass vundamendist välja ulatuvate raudade külge. Tuleb märkida, et enne samba karkassi paigaldamist tuleb kontrollida väljaulatuvate raudade asukoha õigsust. Vajaduse korral painutatakse väljaulatuvad rauad kõrvale, projektis ettenähtud kohale.

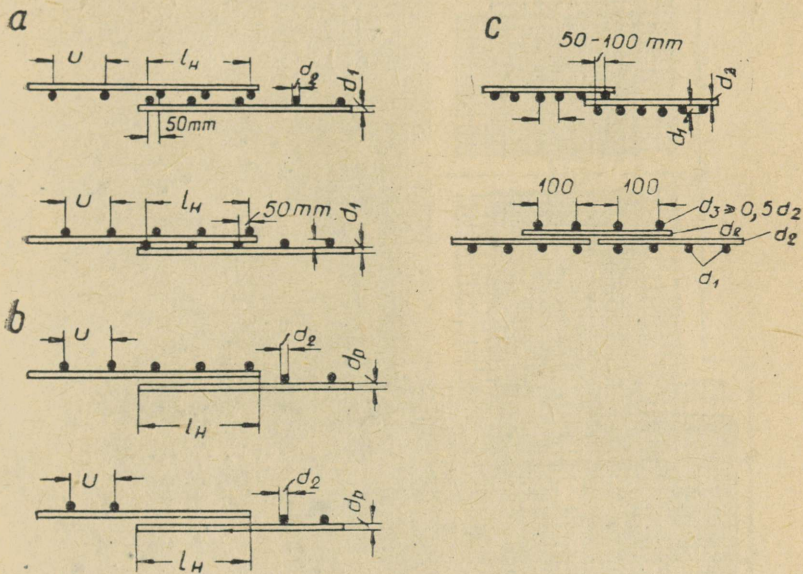
Talad armeeritakse, nagu sambadki, töökojas valmistatud karkassidega. Rasked karkassid paigaldatakse kraana abil, kergeid võib paigaldada ka käsitsi.

Raudbetontalade armeerimise näiteid mitut tüüpi tasapinnaliste keeviskarkassidega on toodud joonisel 75.

Talade karkasside sidumist kohapeal on kirjeldatud ülalpool.

Vahelaeplaadid ja seinad armeeritakse enamasti keevisvõrkudega, mis asetatakse raketisele projektis ettenähtud asendis. Äärtel toetatakse võrk talade armatuurile, keskel kinnitatakse naeltega raketise külge, jättes kaitsekihi paksusele vastava vahe. Jätkude kohal asetatakse keevisvõrgud üksteise peale (joon.

76). Perioodilise profiiliga varrastest keevisvõrkude ülekattega jätkud plaadi töötamise suunas võib teha ilma põikvardaid peale keevitamata (joon. 76, b). Mittetöötavas suunas tuleb jätkud teha ülekattega (võrgu äärmiste töötavate varraste suhtes): jaotusarmatuuri läbimõõdu korral $d_2 \leq 4 \text{ mm} - 50 \text{ mm}$; $d_2 > 4 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$.



Joon. 76. Keevisvõrkude jätkud

a — ümarterasest võrkude jätk töötavas suunas, põikvarrastega samas tasapinnas ning erinevais tasapindades; b — perioodilise profiiliga armatuurist võrkude jätk töötavas suunas põikvarraste puudumisega ühes ja mõlemas võrgus; c — jätkud mittetöötavas suunas

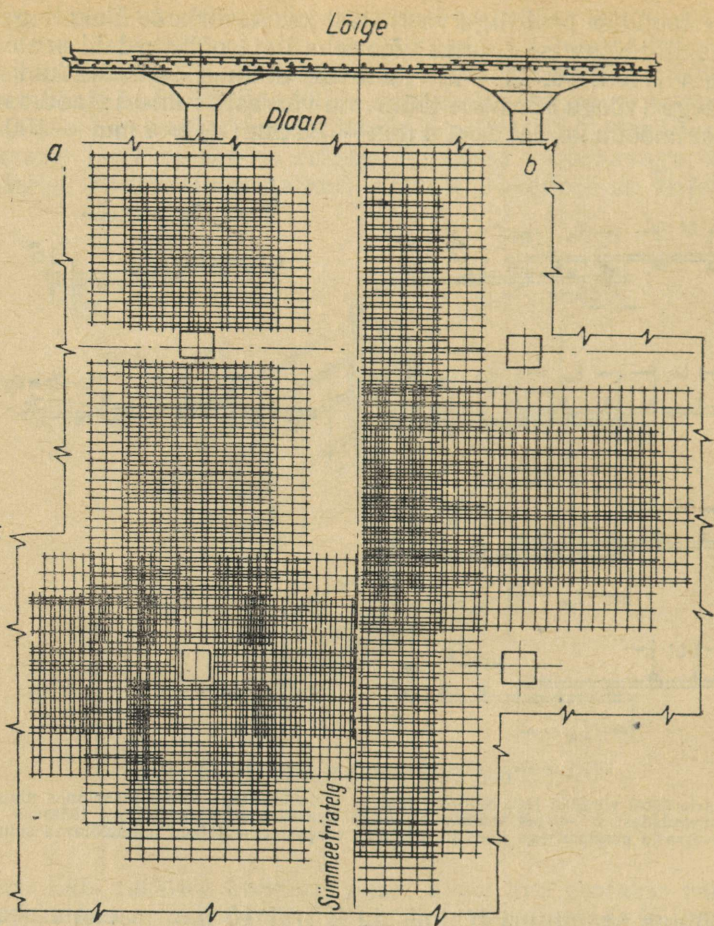
Töötava armatuuri läbimõõdu korral 16 mm ja enam soovitakse keevisvõrkude jätkud mittetöötavas suunas katta täiendavate võrkudega üleulatusega kummalegi poole $15 d_2$, kuid mitte alla 100 mm (joon. 76, c).

Keevisvõrkudega armeeritakse mitte ainult ribidega vahelagesid. Joonisel 77 on näidatud seenlae armeerimine keevitatud rullvõrkudega (eraldi ülemine ja alumine võrk).

Keevisvõrkudega armeeritakse ka keerulisi raudbetoonkonstruktsioone: silosid, reservuaare, tunnelid, torusid jne. (joon. 78).

Mõnel juhul (näiteks kõrgete ehitiste korral või kui raudbetoonkonstruktsioonid tuleb ehitada üheaegselt sisseseade montaažiga) on otstarbekohane kasutada raketise tugipostide asemel kandvaid armatuurikarkasse.

Kandvaks nimetatakse selliseid armatuurikarkasse (joon.

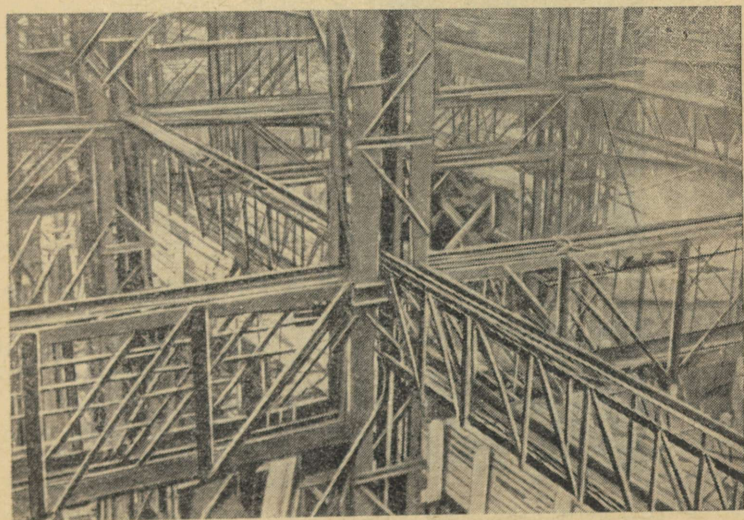
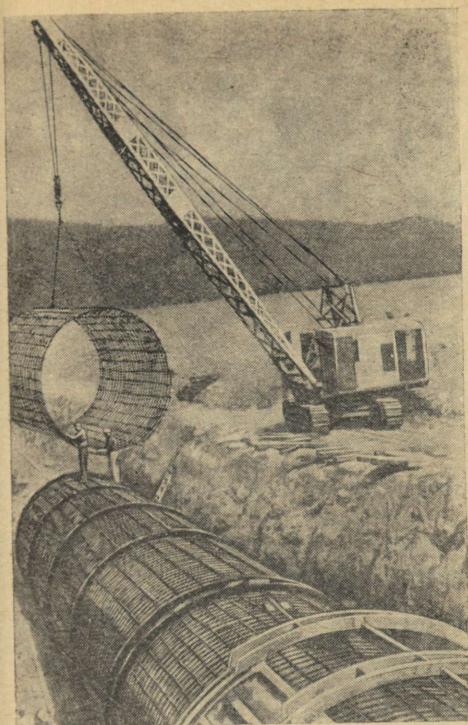


Joon. 77. Seenvahelae armeerimine keevitatud rullvõrkudega
a – ülemise armatuuri plaan; *b* – alumise armatuuri plaan

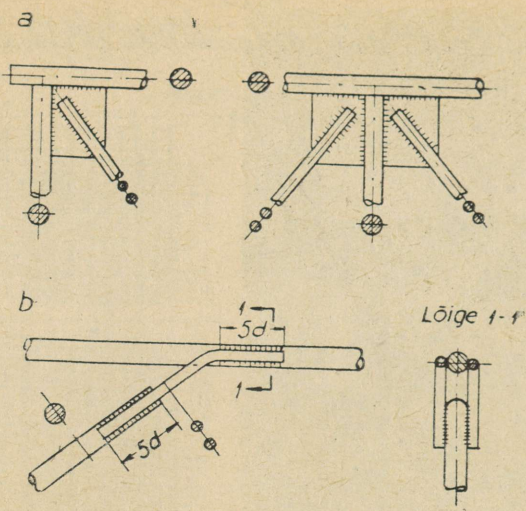
79), mis on arvatud nõnda, et nad suudavad enne betoneerimist kanda kõiki koormusi, mis mõjuvad konstruktsioonile ehituse käigus (armatuuri omakaal, raketise kaal, betooni kaal koos transpordivahenditega, tööliste kaal jne.).

Kandvaid keevitatud armatuurikarkasse valmistatakse sellistest valtsitud profiilidest nagu I-teras, karpteras (jäik armatuur), kuid sagedamini peenemast sordi- ja ümarterasest sõrestikkarkassidena. Viimastele kuulub vähem metalli kui jäiga armatuuri jaoks. Mõlemal juhul on põhiliseks üksikelementide ühendusviisiks elektri-

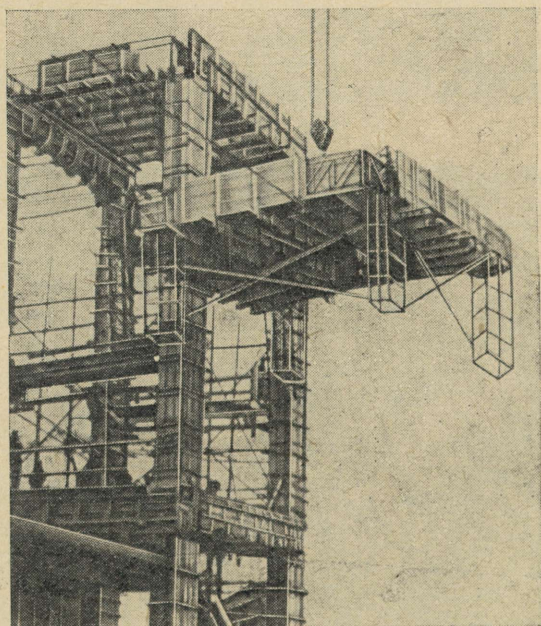
Joon. 78. Suure raudbetoonтору
keeviskarkassi paigaldamine



Joon. 79. Monteeritud kandvate karkaside üldvaade



Joon. 80. Kandvate keeviskarkasside sõlmed
a – sõmlappidega; *b* – ümarterasest vahetükkidega



Joon. 81. Aglomeratsioonivabriku mitmekorruselise karkassi raketisega armatuuriplokkide paigaldamine

kaarkeevitus. Kandva sõrestik-armatuurikarkassi sõlmede konstruktiooni näiteid on toodud joon. 80.

Mõnel juhul võib raketise kinnitada ka keevitatud armatuuri-ploki külge ja paigaldada need üheskoos; sellist plokki nimetatakse raketisega armatuuriplokiks* (joon. 81).

Paigaldatud armatuuri hulk ja paigutuse kõrvalekalded projektist ei tohi ületada tehniliste tingimustega määratud suurusi (vt. tabel 15).

Tabel 15

Lubatavad kõrvalekalded armatuuri paigaldamisel

Kõrvalekalde nimetus	Lubatud kõrvalekalle
Armatuurivarraste summaarse ristlõikepinna kõrvalekalle (projektis ettenähtud varraste asendamise korral teistes läbimõõtudes varrastega)	{ + 5% - 2%
Kõrvalekalded paigaldatud töötavate varraste vahekaugustes:	
a) plaatides ja seintes	20 mm
b) sammastes ja talades	10 "
Kõrvalekalded armatuuriridade vahekaugustes kahekihilise armeerimise korral	5 "
Kõrvalekalded talade ja sammaste rangide vahekaugustes	30 "
Kõrvalekalded monoliitsete konstruktsioonide kaitsekihi paksuses üksikutes kohtades:	
a) vundamendiplaatides ja -kannudes	10 "
b) sammastes ja talades	5 "
c) plaatides ja seintes	3 "

Tuleb meeles pidada, et armatuuri võib paigaldada alles ehituse tehnilise personali loal pärast raketiste paigaldamise õigsuse kontrollimist.

Paigaldatud armatuuri vastuvõtmine vormistatakse ehituse tehnilise personali poolt vastava varjatud tööde aktiga.

5. KEEVITATUD ARMATUURIKARKASSIDE EELISED VÕRRELDES SEOTUD KARKASSIDEGA

Keevitatud armatuurikarkasside, -võrkude ja -plokkide kasutamine raudbetoonkonstruktsioonides annab (võrreldes seotud karkassidega) rea olulisi tehnilisi ja majanduslikke eeliseid. Need seisnevad järgmises.

1. Keevitatud karkassid suurendavad konstruktsioonide jäikust ja pragunemiskindlust ning järelikul ka kandevõimet. Nii näitavad keevis- ja seotud võrkudega armeeritud monteeritavate plaatide proovimised, et esimesel juhul tekkisid praod koormuste juures, mis moodustasid 40—60% purustavast koormusest; teisel juhul — 20—40% juures.

2. Keevis- ja seotud võrkudega armeeritud talade võrdlev proovimine näitas, et keevitatud rangidega tala kandevõime on keskmiselt 15—20% võrra suurem kui analoogilisel seotud rangidega talal.

3. Traadi voolavuspiiri tõstmist tõmbamise teel 40—60% võrra ei saa täies ulatuses ära kasutada terase ja betooni puuduliku nakke tõttu. Ainult külmalämmetatud traadist keevisvõrkude kasutamise korral saab armatuuri kandevõimet täies ulatuses ära kasutada, kuna keevisvõrk ankurdub betoonis hästi.

4. Keevitatud armatuurikarkasside kasutamine muudab paremaks metalli ja betooni koostöö ning suurendab raudbetoonkonstruktsiooni kandevõimet, kuna armatuur ankurdub betoonis töötava varda kogu pikkuses ning mitte ainult konksude abil nagu seotud armatuuris.

5. Võrkude ja karkasside valmistamise korral punktkeevitus-aparaatidel suureneb tööviljakus, võrreldes käsitsi sidumisega, 2—2,5 korda.

6. Tööviljakus tõuseb valmis armatuurikarkasside paigaldamisel 6—8-kordseks, võrreldes plaatide armeerimisega kohapeal seotavate varrastega.

7. Keevituse kasutamine garanteerib armatuurivarraste kindla vastastikuse asendi. See lihtsustab karkassi asetamist raketisse tunduvalt ja tagab armatuurile täpselt projektis ettenähtud asetus.

8. Keeviskarkasside kasutamine kergendab tunduvalt armatuuritööliste töötingimusi; seda eriti talvel.

9. Keevisvõrkusid ja -karkasse on võimalik valmistada tsentraliseeritult, vedada raudteel või autodel ning laadida ja monteerida kraana abil.

10. Keeviskarkassi kandevõime ärakasutamine võimaldab:

a) muuta raketisi ja toestust lihtsamaks ja kergemaks,

b) kandvate karkasside korral täiesti loobuda raketiste toestusest,

c) toestuste puudumisel teostada ehitustöid all üheaegselt ülal-asuvate konstruktsioonide betoneerimisega,

d) vähendada üldist tööde mahtu ja ajakulu tööde teostamiseks.

11. Põkk-kontaktkeevitus annab armatuuriterase kokkuhoidu vaheliti ulatuvate vardaotste ja konksude arvel. Põkk-kontaktkeevitus enne varraste lõikamist ja painutamist vähendab armatuurikadusid või likvideerib need täiesti.

12. Keevisvõrkudega armeerimise korral lihtsustub betoonisegu paigaldamine.

13. Keevisarmatuuri kasutamine lühendab raudbetoonitööde kestust.

14. Keevituse kasutamine võimaldab industrialiseerida mahu- ja kaid armatuuritöid.

6. PÕHILISED OHUTUSTEHNIKA EESKIRJAD

Ohutustehnika põhieeskirjad, millest tuleb kinni pidada armatuuri punkt- ja kaarkeevitusel, samuti armatuurikarkasside paigaldamisel, seisnevad järgmises.

Armatuuri keevitajad ja nende abitöölised peavad olema varustatud töökinnaste ja prillidega. Keevitaja peab töötamisel kandma spetsiaalseid tihedate raamide ja külgakaitsetega prille, et kaitsta silmi sädemete eest. Keevitusaparaadid peavad olema maandatud või ühendatud nulljuhtmega; kõik primaarpinge all olevad osad peavad olema kaitstud juhusliku külgepuutumise eest.

Elektroode ei tohi remontida, parandada ega puhastada, kui vool on sisse lülitatud. Trafot tohib ümber lülitada ainult siis, kui primaarmähis ei ole vooluvõrguga ühendatud.

Kaarkeevituse töökohal peab olema kaitsepiire, töölised tuleb varustada kaitseprillidega.

Armatuuri paigaldamisel süvenditesse ei tohi karkasse alla visata, vaid tuleb nad trossi abil mööda renni alla lasta.

Sammaste, seinte ja teiste üle 3 m kõrguste vertikaalsete konstruktsioonide armatuuri paigaldamisel peab iga 2 m tagant ehitama töölavad laudise laiusega vähemalt 1 m, ja need varustama vähemalt 0,8 m kõrguste kaitsepiiretega.

Talade, seinte jt. koos raketisega monteeritavate karkasside (raketisega armatuuriplokkide) paigaldamisel ei tohi plokile minna enne selle lõplikku kinnitamist. Armeeritud vahelael tohib käia ainult 0,3—0,4 m laiustel pukkidele ehitatud käiguteedel.

Armatuuri paigaldamisel ja kandmisel voolu all olevate juhtmete läheduses tuleb võtta tarvitusele abinõud inimeste võimaliku vigastamise ja lühiühenduse tekkimise vältimiseks.

TEINE OSA
BETOONITÖÖD

VII peatükk

PÕHIANDMED BETOONI KOHTA

1. BETOON, TEMA KOOSTIS JA OMADUSED

Betooni valmistamiseks kasutatakse tsementi, liiva, kruusa või killustikku ja vett. Tsement on betoonis sideaineks; liiv, kruus ja killustik — täitematerjaliks (nn. inertmaterjalid). Betooni valmistamisel mõõdetakse ettenähtud kogused tsementi, täitematerjale ja vett, segatakse läbi ja saadakse betoonisegu.

Betoonisegu on algul plastiline ja teda on kerge paigaldada ettenähtud vormi (raketisse), seejärel hakkab ta tiheneda (vee ja tsemendi segu tardumise tõttu), kivistub ja muutub tehiskiviks — betooniks. Tsemendi ja vee segu nimetatakse tsementtaignaks; kivistudes seob see täitematerjali terad, muutes segu tsementkiviks. Tsementkivi tekib vee ja tsemendi segus toimuvate keeruliste füüsikalise-keemiliste protsesside tulemusena.

Nii nimetatakse betooniks tsemendist, liivast, kruusast (või killustikust) ja veest koosneva betoonisegu kivistumisel saadud tehiskivi.

Betooni tugevust iseloomustab tema omadus panna vastu on tugevus, tihedus, külmakindlus, veepidavus ja tulekindlus.

Betooni tugevust iseloomustab tema omadus panna vastu purunemisele sisepingete mõjul, mis tekivad välisjõudude (koormuste) mõjumisel. Väliskoormuste suurenemisel üle teatud piiri betoon puruneb.

Survetugevuseks nimetatakse proovikeha purunemist põhjustava suurima koormuse (kg) suhet proovikeha esialgsesse (enne proovimist) ristlõike pindalasse (cm²). Survetugevuse ühikuks on kg/cm².

Betooni survetugevuse määramisel asetatakse hüdraulilise pressi alla proovikeha — betoonkuubik suurusega 20 × 20 × 20 cm. Kui kuubik puruneb näiteks koormusel 44 000 kg, määratakse betooni survetugevus, jagades purustava koormuse

(44 000 kg) proovikeha ristlõike pinnaga ($20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$), s. o. $44\,000 : 400 = 110 \text{ kg/cm}^2$.

28 päeva vanuse betoonkuubiku survetugevust nimetatakse betooni margiks. Vastavalt kehtivale klassifikatsioonile jaotatakse betoonid survetugevuse järgi järgmistesse markidesse: 25; 35; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500 ja 600.

Betooni mark määratakse $20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$ suuruste betoonproovikehade (proovikuubikutē) surumise teel 28. päeval pärast nende valmistamist. Kui proovikuubiku survetugevus on 100 kuni 150 kg/cm^2 , on betooni mark 100; survetugevuse korral 300 kuni 400 kg/cm^2 — mark 300 jne. Üalloodud näites oli betoonproovikeha survetugevus 110 kg/cm^2 ; vastav betooni mark on järelikult 100.

Betooni tugevus sõltub tema lähtematerjalide (tsemendi, liiva, killustiku või kruusa ja vee) kvaliteedist; betooni koostisest; segamise, transportimise, paigaldamise ja kivistumise tingimustest ning kivistumise ajast.

Eelkõige mõjutab betooni tugevust tsemendi kvaliteet. Mida kõrgem on tsemendi mark, seda suurem on (kui muud tingimused on samad) ka betooni mark.

Savi, muda ja tolmetse lisandite, samuti kipsi, savi ja orgaaniliste lisandite leidumine liivas halvendab liivaterade nakkumist tsemendiga ja vähendab betooni tugevust. Heas liivas ei tohi selliste lisandite hulk ületada 5% (kaalu järgi).

Liiva kvaliteet määratakse laboratooriumis.

Ka killustiku ja kruusa kvaliteet — puhtus, terade kuju ja terastikuline koosseis (erineva jämedusega terade suhe) mõjutab tunduvalt betooni tugevust. Ebakorrapärase kuju ja kareda pinnaga killustikuterad nakkuvad paremini tsementkiviks kui siledapinnalised kruusaterad. Määratud killustiku ja kruusa korral on betooni tugevus väiksem.

Betooni tugevust mõjutab ka betoonisegu valmistamisel kasutatud vee hulk ja kvaliteet. Vee kvaliteeti kontrollitakse laboratoorselt.¹ Tsementkivi moodustamiseks vajalik veehulk on umbes 20% tsemendi kaalust (kui tsemendikulu on 300 kg, vajatakse 1 m^3 betooni kohta vett 50—60 l); seda on aga tavaliselt liiga vähe betoonisegu valmistamiseks: segu oleks liiga kuiv ning teda oleks raske valmistada ja paigaldada. Seetõttu lisatakse betoonisegule praktiliselt tunduvalt rohkem vett (umbes 140—180 l 1 m^3 kohta). Liigne vesi, mis tsemendiga keemiliselt ei ühine, aurab betoonisegu kivistumisel välja, jättes betooni poorid (tühemikud). Mida enam vett kulutati betoonisegu valmistamiseks, seda rohkem on valmis betoonis poore ja seda väiksem on tema tugevus.

¹ Joogiks kõlblik vesi kõlbab ka betooni jaoks. Tööstuslikud, sogased ja halvalõhnalised ning roiskveed tuleb laboratoorselt kontrollida, et selgitada nende kõlblikkust betoonis.

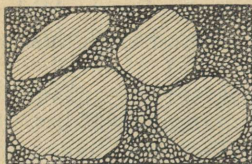
Kui betoonisegu valmistamisel ei peeta kinni laboratoorselt määratud betooni koostisest, mõjutab see kohe betooni tugevust. Samuti mõjutab betooni tugevust ka betoonisegu segamise kestus. Mitteküllaldane segamine vähendab betooni tugevust. Betooni tugevus väheneb ka siis, kui betoonisegu transportimisel paigalduskohale kihistub.

Vibraatorite (vt. X ptk.) abil tihendatud betooni tugevus on 10—20% võrra suurem käsitsi tihendatud betooni tugevusest.

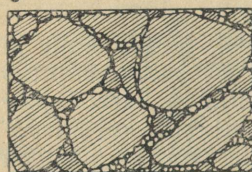
Ka betooni kivistumistingimused ja hooldamine mõjutavad tema tugevust.

Kivistumisel kõige soodsaimates tingimustes — niiskes keskkonnas — saab betoon suurima tugevuse. Kui betoon kivistub kuivas ja soojas (üle 20°) õhus, tuleb teda kaitsta kuivamise eest veega ülevalamise, märja roguski või saepuruga katmise teel jne.; vastasel korral võib betooni kvaliteet osutada halvaks. Madal temperatuur aeglustab betooni tugevuse kasvu; alla 0° juures betooni kivistumine katkeb.

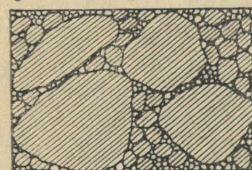
a



b



c



Joon. 82. Betooni struktuur sõltuvalt betoonisegu koostisosadest

a — ebaökoonomne betoon jämeda killustiku ning suure liivasisaldusega; b — raskelt-paigaldatav betoon jämeda ja peene killustikuga, kuid vähese liivaga; c — ökonoomne ja hõlpsalt paigaldatav betoon jämeda ja peene killustikuga ning küllaldase liivasisaldusega

Projekteeritud tugevust ei saa betoon otsekohe. Betooni tugevus kasvab koos kivistumisajaga (betooni vanusega); projekteeritud tugevuse saab normaaltemperatuuril (+15÷20° C) kivistuv betoon 28 päeva pärast segu valmistamist. Aeglasmalt kasvab betooni tugevus ka hiljem, rea aastate jooksul. Nii näiteks esimese aasta lõpuks pärast valmistamist kasvab betooni tugevus 50—80% võrra, võrreldes 28-päevase tugevusega.

Tihedus. Poorid betoonis on täidetud õhuga; nad on tekkinud betoonis leidunud vee auramisel. Tiheduse all mõistetakse betooni mahu täidetuse astet (joon. 82). Nii näiteks tähendab betooni tihedus 0,9, et 90% betooni mahust moodustab kõva skelett, 10% — poorid. Betooni tihedus on tema üheks tähtsamaks omaduseks. Tihedusest sõltuvad tugevus, veetihedus, külmakindlus ja teised betooni omadused.

Tiheda betooni saamiseks on vaja:

et veesisaldus segus oleks minimaalne;

et tsementtaigna maht oleks suurem liiva tühikute mahust, et taigen täidaks kõik tühikud ja kataks liivaterad;

et täitematerjalid oleksid hea terastiku-

lise koostisega, s. o. koosneksid erineva jämedusega teradest, mis vähendab tühikute hulka täitematerjalide segus;

et tsementtaigna ja liiva segu maht oleks suurem jämeda täitematerjali tühikute mahust, kuna ainult sel juhul täidab segu kõik tühikud ja katab jämeda täitematerjali terad;

et jämeda täitematerjali terasid kattev segukiht oleks minimaalne.

Külmakindluseks nimetatakse materjali võimet taluda korduvat vahelduvat külmutamist ja ülessulatamist ilma tugevuse ja kaalu märgatava vähenemiseta ja palja silmaga nähtavate purunemijälgede tekkimiseta. Purunemine tekib vahelduva külmutamise ja ülessulatamise tagajärjel seetõttu, et poorides leiduv vesi külmudes paisub ja purustab poori seinad.

Betooni külmakindlus määratakse laboratooriumis 28-päevase betoon-proovikuubiku korduva külmutamise ja ülessulatamise teel.

Külmakindlateks loetakse selliseid betoone, mille proovikehad taluvad ettenähtud arvu külmutus- ja sulatustsükleid. Külmakindluse järgi jaotatakse betoonid markideks: Мрз. 10; 15; 25; 35; 50; 100; 150 ja 200 (talutav külmutustsüklite arv). Betooni see omadus on eriti oluline sellistes ehitustes nagu tammid, sillasambad, teekatted jne.

Veetiheduseks nimetatakse betooni omadust takistada vee läbitungimist. Veetihedus määratakse vee rõhuga 1 cm^2 suuru- sele pinnale ühe tunni jooksul konstantse rõhu korral. Veetiheduse suurus määratakse suurima talutava rõhuna ja tähistatakse B2, B4 või B8. Näiteks veetihedus B2 tähendab, et antud betoon talub ühe tunni jooksul vee survet vähemalt 2 kg/cm^2 ; veetihedus B4 tähendab, et betoon talub ühe tunni jooksul vee survet vähemalt 4 kg/cm^2 .

Hüdrotehniliste ehitiste betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonid, raudbetoonreservuaarid ning vee- ja kanalisatsioonitorud peavad olema eriti veetihedad.

Erijuhtudel lubatakse kasutada betoone, mille veetihedus on üle B8.

Tulekindluseks nimetatakse betooni omadust mitte puruneda kõrge temperatuuri mõjul. See on üks betooni väärtuslikest omadustest.

Betoonisegu põhilised omadused kivistumisel on järgmised. Ohus kivistumisel väheneb betoonisegu maht (mahukahane mine), kusjuures pinna lähedal toimub mahukahane mine kiiremini kui sisemuses, mistõttu tekivad praod. Mahukahane mine pragusid võib vältida betooni hooldamisega (ülevalamine, katmine). Mida rohkem on segus tsementi, seda suurem on mahukahane mine.

Betooni kivistumisel vees paisub ta veidi.

Betoonisegu kivistumisel eraldub soojust (betooni eksotermia). Massiivsetes konstruktsioonides — tammides, suurtes

vundamentides jne. —, kus soojust eraldub suurel hulgal, on tähele pandud betooni kauaaegset kuumenemist isegi jaheda ümbritseva keskkonna korral. Eksotermia võimaldab betoneerida massiivseid konstruktsioone talvel ilma neid soojendamata.

2. BETOONI KOOSTISMATERJALID

Harilik betoon koosneb, nagu öeldud, sideainetest (mitmesugused tsemendid), täitematerjalidest (liiv, killustik ja kruus) ja veest. Mõnikord kasutatakse tsemendi kulu vähendamiseks peenelt jahvatatud lisandeid. Betoonisegu paigaldushõlpsuse suurendamiseks lisatakse plastifitseerivaid lisandeid; betooni kivistumise aeglustamiseks või kiirendamiseks kasutatakse mitmesuguseid spetsiaalseid lisandeid.

a) Sideained

Sideaineteks nimetatakse materjale, mis pärast veega segamist muutuvad taignaks ja mõne aja jooksul kivistuvad (õhus või vees) kõvaks kivitaoliseks kehaks.

Ehituses kasutatavad sideained jaotatakse anorgaanilisteks ja bituminoosseteks. Betooni- ja raudbetoonitöödel kasutatakse anorgaanilisi sideaineid, mis omakorda jaotatakse õhksideaineteks (õhklubi, kips-sideained) ja hüdraulilisteks sideaineteks (mitmesugused tsemendid ja hüdrauliline lubi). Õhksideaineteks nimetatakse selliseid, mis kivistuvad ja säilitavad oma tugevuse ainult õhus. Hüdraulilised sideained kivistuvad ja säilitavad oma tugevuse nii õhus kui ka vees. Õhksideaineid kasutatakse ainult ehituste maapealsetes osades, hüdraulilisi — ehituste maapealsetes, maa-alustes ja veealustes osades.

Betooni- ja raudbetoonitöödel kasutatavate sideainete hulka kuuluvad mitmesugused tsemendid. Allpool on toodud nende lühike kirjeldus ja kasutusala.

Tooraineks tsementide valmistamisel on lubjakivi ja savi, mis segatakse teatud proportsioonis. Mõnikord leidub lubjakivi ja savi looduslikke segusid — nn. tsemendimergleid. Segu põletatakse spetsiaalsetes ahjudes kuni paakumiseni umbes 1450° juures, nii saadakse tsemendiklinker — kõva rohekashall või tumehall aine suurtes või väikestes tükkides. Klinker jahvatatakse peeneks, kusjuures talle lisatakse 2—3% põletamata kipsi ja kuni 15% granuleeritud kõrgahjuräbu. Jahvatamisel saadakse tsement.

Kõigile tsementidele esitatakse rida üldisi nõudeid, millest üheks põhiliseks on jahvatuspeensus. On leitud, et mida peenemalt on tsement jahvatatud, seda aktiivsem ta on; seda tugevam ja kiiremini kivistuv on betoon ning seda plastilisem on tsementtaigen. Tsemendi jahvatuspeensust kontrollitakse laboratooriu-

mis sõelumise teel läbi mitme sõela. Portlandtsement loetakse kvaliteetseks, kui sõelale, millel on 4900 auku ruutsentimeetrit, ei jää üle 15% tsemendist.

Üheks olulisemaks nõudeks on ka tsemendi mahumuutuse ühtlus. See nõue on küllalt oluline, kuna tsemendi ebaühtlase mahumuutusel tekivad betoonis kivistumisel praod, mille tõttu konstruktsioon võib mõnikord puruneda.

Tsemendi mahumuutuse ühtlust proovitakse laboratoorselt tsementkoogikeste abil. Kui pärast neljatunnist vees keetmist on koogikesed pealt pragunenud, kihistunud või kõverdunud, on tsemendi mahumuutus ebaühtlane ja tsement ei kõlba kasutamiseks.

Tsemendi kivistumisprotsessile eelneb tardumisprotsess. Tsemendi tardumiseks nimetatakse protsessi, mille vältel tsementaigen kaotab oma plastilisuse, kuid ei muutu veel tugevaks. Betoonitöödel on väga tähtis teada tsemendi tardumise alguse ja lõpu aegu, mis on igal tsemendiliigil erinevad. Näiteks peab portlandtsemendi tardumine algama mitte varem kui 45 minutit, lõppema mitte hiljem kui 12 tundi pärast tsemendi segamist veega.

Tsementkivi tugevus kasvab esimese 7 päeva jooksul kiiresti, pärast seda aeglasemalt. Tsementi proovitakse laboratooriumis, milleks valmistatakse vastavalt GOCT 310-41 tsementmördist kuubikud (tsemendi ja liiva kaalulise suhtega 1 : 3) külje pikkusega 7 cm.

Kuubikud surutakse puruks spetsiaalse hüdraulilise pressiga 3, 7 ja 28 päeva vanuses. Nii määratakse survetugevus ja tsemendi mark. Sama koostisega mördist kaheksakujuliste sama vanusega proovikehade tõmbeproov toimub spetsiaalsel tõmbemasinal.

Tsementmördist proovikehade survetugevus on tunduvalt suurem kui tõmbetugevus. Tabelis 16 on näidatud portlandtsemendist proovikehade surve- ja tõmbetugevused. Proovikehade tugevus ei tohi olla väiksem tabelis 16 toodud suurustest.

Tabel 16

Tsemendi tugevused

Survetugevus (tsemendi mark) kg/cm ²	200	250	300	400	500	600
Tõmbetugevus kg/cm ²	16	16	20	23	27	32

Enne kasutamist peab iga liiki ja marki tsement olema laboratooriumis proovitud, et kontrollida tema omaduste vastavust kehivaile standarditele.

Ehitusplatsil tuleb iga liiki ja marki tsemendid hoida eraldi (liikide ja markide kaupa).

Armeeritud konstruktsioonide betoonisegudes on sideaineks pea-

miselt portlandtsement, puzzolaan-portlandtsement, räbu-portlandtsement. Real juhtudel kasutatakse ka magnesiaal-portlandtsementi, magnesiaal-räbu-portlandtsementi, aluminaattsementi ning mitmesuguseid eriportlandtsemente: hüdrofoobset, plastifitseeritud, sulfaadikindlat ja paisuvat.

Armeerimata või konstruktiivise armatuuriga konstruktsioonide betoonisegudes võib kasutada ka lubi-räbu-, lubi-tuhk-, lubi-puzzolaan- jt. klinkrita sideaineid, kui peetakse kinni nende konstruktsioonide betoonile esitatavaist nõuetest tugevuse, külmakindluse jms. osas.

Portlandtsement (ГОСТ 970-41) kuulub hüdrauliliste sideainete hulka. Ta on 75—78% lubjakivi ja 25—22% savi tehisliku segu paakumiseni põletamise teel saadud klinkri peenjahvatuse produkt. Segu põletatakse tsemendiahjudes temperatuuril 1450°. Tsemendi koosseisu viiakse lisandid: 2—3% kipsi ja 10—15% granuleeritud kõrgahjuräbu. Kui kohapeal leidub lubjakivi või savi looduslikku segu (mergleid), lihtsustub tsemendi valmistusprotsess.

Portlandtsementi toodetakse kuut marki: 200, 250, 300, 400, 500 ja 600.

Portlandtsementi kasutatakse laialdaselt maa-alustes, maapealsetes ja vealustes betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonides, mida ei mõjuta mineraalveed ja väävligaasid, sest nende mõjul puruneb portlandtsemendist tekkinud tsementkivi.

Puzzolaan-portlandtsement (ГОСТ 970-41) kuulub hüdrauliliste sideainete hulka. Teda saadakse klinkri ja hüdrauliliste täiteainete (treepel, diatomiit, trass, tuff, pimss jt.) segu peenjahvatuse teel. Hüdrauliliste lisandite hulk peab olema 20—50% segu üldkaalust.

Puzzolaan-portlandtsementi toodetakse markides 100, 250, 300, 400 ja 500. Tema põhiliseks kasutusala on mageda vee mõju all töötavad maa- ja vealused betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonid.

Seda tsementi ei tohi kasutada kiirelt kuivavates konstruktsioonides (kus tema kivistumine võib peatuda) ning samuti konstruktsioonides, mis võivad korduvalt külmuda ja üles sulada või vett täis imbuda ja kuivada.

Räbu-portlandtsement (ГОСТ 970-41) kuulub ka hüdrauliliste sideainete hulka. Ta saadakse portlandtsemendi klinkri ja granuleeritud kõrgahjuräbu koosjahvatamisel. Räbu on segus 35—75% üldkaalust. Räbu-portlandtsementi toodetakse kuut marki: 150, 200, 250, 300, 400, 500.

Räbu-portlandtsementi kasutatakse peamiselt mageda vee mõju all töötavates maapealsetes, maa- ja vealustes betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonides. Teda ei tohi kasutada korduvalt külmuvates ja ülessulavates või niiskuvates ja kuivavates konstruktsioonides.

b) Lisandid

Lisandid segatakse sideainega jahvatusel või pärast seda, või lisatakse betoonisegistisse betoonisegu valmistamise ajal. Lisandid võivad esineda kuiva pulbrina või vesilahusena. Lisandite hulka määratakse laboratoorselt.

Betoonisegude sideainete lisandid jaotatakse nende põhiülesande järgi aktiivseiks mineraalseiks, inertseiks ja kivistumist kiirendavaiks või aeglustavaiks lisandeks.

Aktiivsed mineraalsed (hüdraulilised) lisandid (ГОСТ 6269-54) suurendavad sideaine vastupidavust magedas ja sulfaatses vees. Need on vulkaanilise tekkega mineraalsed ained (trassid, tuhad, tuffid, pimss) või settelivid (diatomiidid, trepelid, opoka). Kasutatakse ka tehislisandeid (hapusid granuleeritud kõrgahjuräbusid), mis iseseisvalt ei kivistu.

Inertsed lisandid vähendavad sideaine kulu. Neid saadakse kivimeist või tööstusjääkidest, mis jahvatatakse peeneks, kui nad juba enne ei ole tolmutaolises olekus (kvartslivad, lubjakivid, dolomiidid, löss, tuhad, räbud). Inertsed lisandid asendavad osa tsemendist, vähendamata betooni tugevust, kui betooni aurutatakse rõhu all (autoklaavitakse).

Tardumist ja kivistumist kiirendavaid lisandeid kasutatakse kiiretkivistuvate betoonide saamiseks, betooni tugevuse suurendamiseks kivistumise algperioodil ning tööde teostamisel talvel. Portlandtsemendi tardumist ja kivistumist kiirendavad kloorkaltsium, kloornaatrium, soolhape ja peeneksjahvatatud kustutamata lubi.

Tardumist aeglustavaid lisandeid kasutatakse, kui betoonisegu tihenemise kiirus ei taga segu küllaldast paigaldushõlpsust. Portlandtsemementide tardumise aeglustajaks kasutatakse nõrka väävelhappelahust. Selle kasutamise korral tuleb kinni pidada spetsiaalsetest ohutustehnika eeskirjadest.

c) Täitematerjalid

Liiva ja kruusa või killustikku nimetatakse täitematerjalideks. Kuna nende osa betooni moodustamisel ei ole aktiivne (nad ei võta osa füüsikalise-keemilistest protsessidest), nimetatakse neid sageli inertmaterjalideks.

Täitematerjalide õige kasutamine (hea terastikuline koosseis, puhtus, tugevus) on betoonile väga oluline; seda enam, et harilikus betoonis moodustavad põhilise massi (85—90%) täitematerjalid ja vesi, tsemendi on ainult 10—15%.

Täitematerjalid jaotatakse peenteks (liiv), jämedateks (kruus või killustik) ja kruusliivadeks.

Liiv võib olla looduslik või tehisliiv. Harilikku looduslikku

liiva (ГОСТ 8736-58) mahukaaluga 1400—1550 kg/m³, terade läbimõõduga 0,15—5 mm, saadakse karjääridest või kivimite purustamise teel vastavate masinatega. Betooni jaoks on väga tähtis liiva terastikuline (granulomeetriline) koosseis. Liiv jaotatakse: jäme (terade keskmine läbimõõt 0,5 mm), keskmine (0,35 mm) ja peen (0,25 mm) liiv. Peen liiv ei ole kasulik, sest ta nõuab rohkem tsementi liivaterade katmiseks tsemendikilega. Tühemike maht liivaterade vahel peab olema võimalikult väiksem, sest sel juhul kuulub nende täitmiseks vähem tsementaainet.

Minimaalse tühiklikkusega on erineva läbimõõduga teradest koosnevad liivad, kuna sel juhul täituvad jämedamate terade vahed peenemate teradega. Liiva tühiklikkus ei tohi olla üle 35—40%.

Olenevalt tekketingimustest ja leiukohtadest jaotatakse looduslikud liivad jõe-, järve-, mere-, mäe- ja orulliivadeks. Jõe- ja mere-liiva terad on ümmargused, mäeliival — nurgelised.

Mõnedes liivades leidub lisandeid, mis kahjustavad betooni kvaliteeti. Lisandite olemasolu ja hulk määratakse laboratoorse analüüsiga, mille alusel otsustatakse liiva kõlblikkuse üle betooni valmistamiseks.

Kahjulike lisandite hulka kuulub vilgukivi, mis esineb liivas siledade helkivate plaadikestena, mis nõrgalt nakkuvad tsementaainega, kergesti kihistuvad mehaaniliste mõjude all ja vähendavad betooni tugevust. Vilgukivi ei tohi liivas olla üle 0,5% kaalu järgi.

Savi, muda ja tolmseid (väljapestavaid) lisandeid ei tohi liivas olla üle 5% (kaalu järgi). Tsementmördis katavad need lisandid liivaterad ja takistavad viimaste nakkumist tsementaainega, vähendades seega betooni tugevust. Kahjulik on ka kips, mida ei tohi liivas olla üle 1% kaalu järgi, ning mitmesugused orgaanilised ained. Kahjulike lisandite eemaldamiseks pestakse liiv veega vastavates pesemismasinates.

Peale tavaliste looduslike kvartslivide kasutatakse betooni valmistamiseks kergeid liivaseid, mis saadakse karjääridest või kergete kivimite peenendamise teel (pimss-, jahvatatud tuff-, raaklubjakivi- jt. liivad).

Betooni valmistamiseks kasutatavate tehislivide hulka kuuluvad metallurgilistest räbudest, samuti kolderäbudest ja kuumutamise teel paisutatud savist (keramsiidist) jahvatatud liivad.

Harilikku liiva kasutatakse vee- ja maa-aluste ning maapealsete betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonide betoonides. Kerget (nii looduslikku kui ka tehisi-) liiva kasutatakse veega täisbumise eest kaitstud maapealsete betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonide betoonis. Kolderäbudest jahvatatud liiva lubatakse kasutada ainult kuivades või normaalse niiskusega hoonetes.

Kruusaks nimetatakse jämedat täitematerjali, mida saadakse looduslikest lademeist, mis on tekkinud vulkaaniliste või sette kivimite loodusliku murenemise teel. Olenevalt tekkimistingi-

mustest ning leukohast jaotatakse kruus nagu liivgi jõe-, mere-, järve-, mäe- ja orukruusaks.

Looduslik kruus (ГОСТ 8268-56) mahukaaluga 1400—1600 kg/m³, mida kasutatakse betoonides, jaotatakse terade kuju järgi killustikutaoliseks vähekulunud kruusaks, ümaraks kulunud kruusaks, nõeljaks kruusaks (terade pikkus ületab laiuse ja paksuse 3 korda) ja plaatjaks kruusaks (terade laiust ületab paksuse vähemalt 3 korda). Terade suuruse järgi jaotatakse looduslik betoonikruus keskmise jämedusega harilikuks kruusaks (5—40 mm), harilikuks jämekruusaks (5—150 mm), peeneks sordikruusaks (5—20 mm), keskmiseks sordikruusaks (20—40 mm), jämedaks sordikruusaks (40—150 mm).

Kruusa või killustiku terade jämedust piiravad raudbetoonkonstruktsioonide mõõted ja nende armatuuri tihedus. Terade maksimaalne läbimõõt ei tohi ületada $\frac{1}{4}$ konstruktsiooni väikseimast mõõttest ning $\frac{3}{4}$ armatuurivarraste minimaalsest vahekaugusest. Kuni 100 mm paksuse raudbetoonplaadi betoneerimisel lubatakse kasutada kuni 25% ulatuses täitematerjale, mille terade maksimaalne läbimõõt võrdub plaadi poole paksusega. Betoonisegudeks kasutatakse mitmesuguse jämedusega kruusa tühiklikkusega kuni 45%.

Savi, muda ja tolmsete lisandite hulk kruusas ei tohi ületada 2% kaalu järgi. Väävlit ja väävelhapusid lisandeid ei tohi olla üle 1% kaalu järgi.

Betooni margi korral 100 või üle selle tohib kruusas olla nõrku terasid kuni 10% (kaalu järgi). Kui betooni mark on alla 100, võib kruusas nõrku terasid olla kuni 20%.

Konstruktsioonides, mis töötamisel vett täisimbunult külmuvad ja üles sulavad, või mis valmistatakse betoonist margiga 150 või rohkem, peab nõeljate ja plaatjate kruusaterade sisaldus olema alla 15% (kaalu järgi).

Killustikuks nimetatakse jämedat täitematerjali, mis saadakse kivimite purustamise teel.

Killustik jaotatakse:

harilik looduslik killustik (ГОСТ 8267-56), mis saadakse raskete kivimite purustamise teel;

kerge looduslik killustik, mis saadakse kergete kivimite purustamise teel;

kerge tehiskillustik, mis saadakse põletamisel paisunud savidest (keramsiitkillustik); spetsiaalselt töödeldud metallurgilistest rübudest (rübupimss); paakunud kolderübudest ja -tuhast (aglomereeritud räbu);

tehiskillustik põletatud savitelliste või keraamiliste materjalide tükkidest; purustatud metallurgilistest rübudest (ГОСТ 5578-57).

Jämeduse järgi jaotatakse killustik: keskmine harilik killustik (5—40 mm), jämekillustik (5—150 mm), sordikillustik; eriti

peen (5 — 10 mm), peen (5 — 20 mm), keskmine (20 — 40 mm) ja jäme (40 — 150 mm).

Nõuded harilikule killustikule on samad mis kruusale.

Jämedaks täitematerjaliks kasutatakse killustikku või kruusa. Kruusa eelisteks on, et teda võib leida mitmesuguses jämeduses ning pole tarvis peenendada. Kruusaterade sileda ümmarguse pinna tõttu on betoonisegu hõlpsalt paigaldatav. Kruusa puuduseks on tema suurem savi- ja muude lisandite sisaldus ning halvem nakkumine tsementkiviga betoonis.

Kruusliiva saadakse mõnel pool leiduva kruusa ja liiva segu lademeist. Selline looduslik segu on betoonisegu valmistamiseks sobiv, kuid ta peab vastama reale nõuetele, mis on toodud tabelis 17.

Tabel 17

Kruusliiva liivasisaldus

Kruusaterade maksimaalne läbimõõt segu mm	Liiva % segu kaalust
20	40—45
40	35—40
80	30—35
150	25—30

Kui looduslik kruusliiv ei vasta neile nõuetele, võib teda kasutada ainult madalamargilistes betoonides (kuni mark 75). Kõrgemamargiliste betoonide valmistamisel tuleb kruusliiv sõeluda kruusaks ja liivaks, mis seejärel segatakse vajalikus proportsioonis. Kruusliiva koostisosad — liiv ja kruus — peavad vastama viimaste kirjeldamisel esitatud nõuetele.

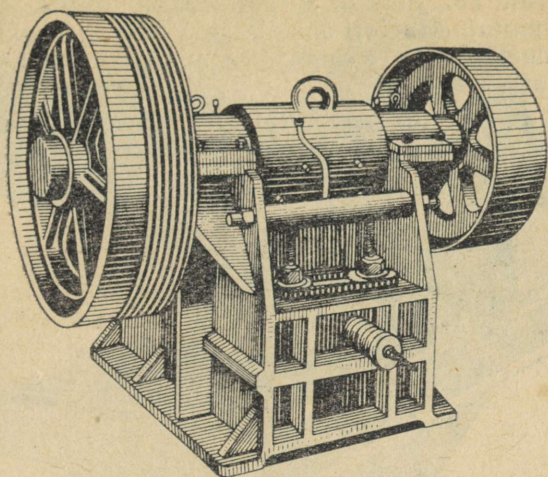
Vajaliku jämeduse ja kvaliteediga täitematerjalide saamiseks tuleb neid töödelda. See toimub vastavate seadmete abil: liiv pestakse liivapesijates, killustik purustatakse kivipurustites; kruus ja killustik sorteeritakse ning pestakse kruusapesijates lisandite eemaldamiseks.

Peente killustikufraktsioonide (peene ja eriti peene) saamiseks peenestatakse kivid mitmeastmeliselt kahes või enamas kivipurustis. Kivide esmaseks purustamiseks kasutatakse lõug-kivipurusteid C-182A, CM-166A, CM-16A ja CM-11 (joon. 83).

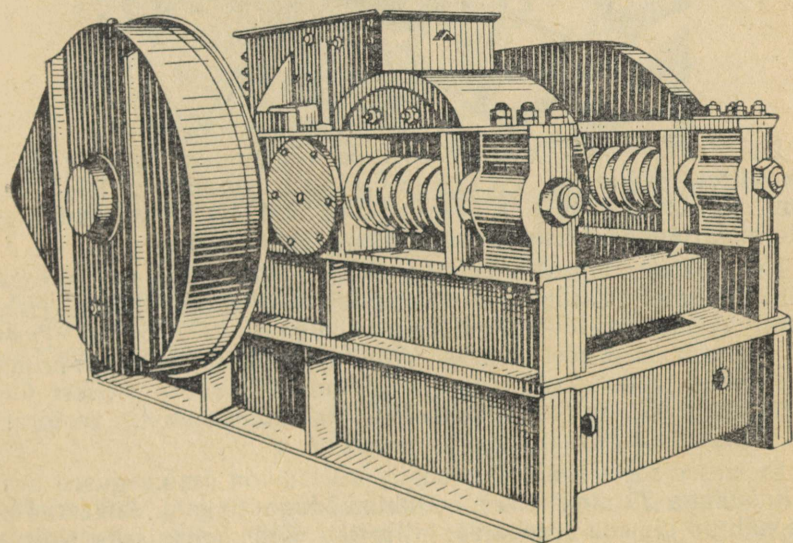
Valtskivipurusteid (joon. 84) kasutatakse kivide teistkordseks purustamiseks, et saada peenemat killustikku.

Koonuspurustites muljutakse kivid puruks kahe koonuse vahel, millest üks on liikumatu, teine — pöörlev. Sellistes purustites võib valmistada igasuguse jämedusega killustikku.

Vasarpurustid on ette nähtud liiva valmistamiseks pehmeist kivimeist ning räbu ja teiste kergbetooni koostismaterjalide purustamiseks. Vasarpurustis peenestatakse materjal kiireltpöör-



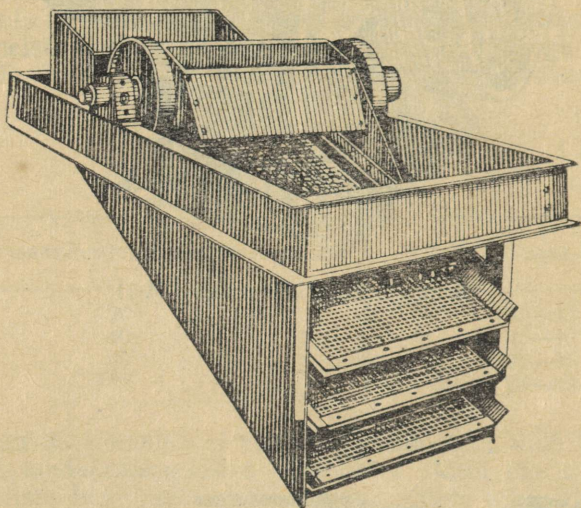
Joon. 83. Lõug-kivipurusti CM-11



Joon. 84. Valtskivipurusti CM-12

levate vasarate abil, mis on šarniirselt kinnitatud telgedele; viimased on kinnitatud rootori aukudesse. Vasarad tehakse mangaanterasest sümmeetrilise kujuga; vastavalt kulumisele võib neid ümber pöörata.

Killustik ja liiv tuleb sorteerida jämeduse järgi; selleks kasutatakse mitmesuguseid vibrosõelu: mehaanilisi lööksõelu, inertsi- ja elektrisõelu.

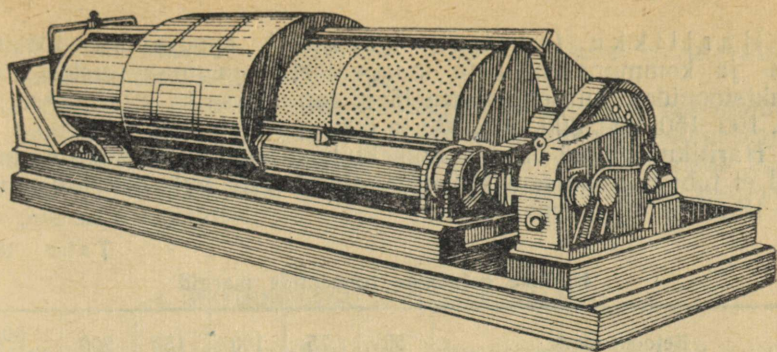


Joon. 85. Ekstsentrivibraatoriga sõel C-96

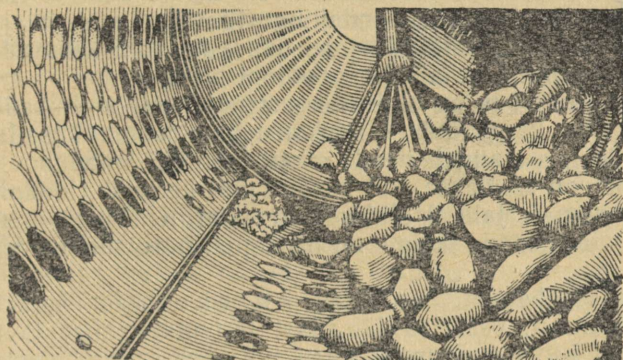
Lööksõeltes antakse sõeltele võnkumine väikeste vasarate kiirete löökidega. Inertissõeltel pannakse sõelad võnkuma vibraatorite abil. Elektrisõelad on varustatud tavalistele elektromagnetilistele vibraatoritega (joon. 85).

Kodumaistes tehastes valmistatakse mehhanisme, mis pesevad ja samaaegselt sorteerivad kruusa või killustikku kolme fraktsiooni (jämedusse). Kruusapesija-sorteerija (joon. 86) koosneb sisemisest trumlist, millel on kinnine sektsioon kruusa pesemiseks ja kaks või kolm sorteerimissektsiooni; välisest ühesektsioonilisest sorteerimistrumlist, laadimisrennist, veektorust, elektrimootorist ja raamist.

Esimeses sorteerimissektsioonis (sõelas) on ümmargused avad läbimõõduga 25 mm, teises — läbimõõduga 50 mm. Mõlemad on ette nähtud jämeda kruusa või killustiku väljasõelumiseks. Kolmas sektsioon, mille avade läbimõõt on 6 mm, sõelub välja terad läbimõõduga kuni 6 mm.



Joon. 86. Kruusapesija-sorteerija C-215



Joon. 87. Kruusa sorteerimine ja pesemine masina trumlis

Kruusa sorteerimine ja pesemine ülalkirjeldatud masinal on kujutatud joonisel 87. Trumlis on näha veetoru ja avad, millede kaudu toimub kruusa sorteerimine.

3. BETOONI LIIGID

Mahukaalu järgi jaotatakse betoonid harilikeks (raskeiks) — mahukaaluga üle 1800 kg/m^3 , kergeiks — mahukaaluga $600\text{—}1800 \text{ kg/m}^3$ ja soojaisolatsioonbetoonideks — mahukaaluga kuni 600 kg/m^3 .

Harilikku (rasket) betooni kasutatakse tööstus-, elu- ja kommunaalhoonete maapealsetes ja maa-alustes konstruktsioonides. Survetugevuse järgi jaotatakse ta markidesse: 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 ja 600.

Hariliku betooni valmistamiseks kasutatavate tsementide margid ei tohi normaalsete kivistumistingimuste puhul ületada tabelis 18 näidatud suurusi.

Tabel 18

Harilike betoonide tsementide margid

Betooni mark	50	75	100	150	200	300 ja enam
Tsemendi mark (maksimaalne)	200	250	300	400	500	600

Nagu on näha tabelist 18, vajatakse hariliku betooni valmistamiseks tsementi, mille mark tunduvalt ületab betooni margi. Kui kasutatakse madala vesitsementteguriga betoonisegu ja paigaldatakse betoon tugevdatud vibreerimisega, võib kasutada ka tsemente, mille mark on lähedane betooni margile.

Kergbetoon on oluline konstruktsiooni mahukaalu vähendamiseks. Ta kergendab kandekonstruktsioone, vähendab nende maksumust ja parandab nende soojustehnilisi omadusi.

Kergbetoon saadakse, kui kasutatakse kergeid (looduslikke või tehis-) täitematerjale. Valides täitematerjale ja muutes betooni koostist, võib saada kõige mitmesugusemate omadustega kergbetooni.

Üheks kergbetooni liigiks on korebetoon, mis valmistatakse sideainest, veest ja jämedast täitematerjalist (kergest või harilikust). Liiva puudumise tõttu suureneb selles betoonis suurte tühikute hulk, mistõttu väheneb betooni mahukaal ja soojajuhtivus; see võimaldab neid plokkide kasutada seinamaterjalina.

Kergest täitematerjalist korebetooni kasutatakse kergseinte täitmiseks, raskest täitematerjalist — monoliitsete kandeseinte ja seinte suurplokkide valmistamiseks.

Korebetooni mahukaal on olenevalt täiteaine omadustest: 1200, 1300, 1400, 1500, 1600 või 1800 kg/m³.

Kergele betoonile hulka kuuluvad ka mullbetoonid, mis valmistatakse sideaine, jahvatatud liiva ja mulle tekitavate lisandite segust (vt. XII ptk.).

Mullbetooni mahukaal on olenevalt täitematerjali ja mulle tekitavate lisandite omadustest 700, 800, 900, 1000, 1100 või 1200 kg/m³.

Mullbetoonist valmistatakse peamiselt valmistooteid ja monteeritavaid detaile (kivid, plokid, plaadid, paneelid jne.), mis on üheaegselt kande- ja soojaisolatsiooni konstruktsioonideks.

Mullbetoondetailide kivistumise kiirendamiseks aurutatakse neid autoklaavides kõrge rõhu all.

Ka g a a s b e t o o n kuulub mullbetoonide hulka. Tema saamiseks lisatakse tsementaignale gaaside tekitamiseks pulberlupja ja alumiiniumpulbrit. Keemiliste protsesside toimel paisub tsementaigen tunduvalt ning moodustab kivistudes kerge ja soojapidava poorse materjali.

4. BETOONISEGU KOOSTISE VALIK

Betoonisegu koostis määratakse laboratoorselt ükskõik millisel põhjendatud meetodil, mis tagab minimaalse tsemendikulu, kusjuures betoonisegu peab olema hõlpsalt paigaldatav ning külmaldase tugevusega pärast kivistumist.

Minimaalse tsemendikulu nõue betoonisegu valmistamisel on tingitud asjaolust, et tsement on betoonisegus kõige kallihinnalisem materjal. Tsementi tuleb kulutada ökonoomselt ning ainult selles koguses, mis on määratud laboratooriumis, kusjuures see peab tagama ettenähtud tugevusega (margiga) betooni.

Lähtudes betooni tugevuse, tiheduse ja külmakindluse nõuetest on tehniliste tingimustega määratud minimaalne lubatav tsemendikulu 1 m³ raudbetooni kohta, nimelt: välisõhus või vees asuvais konstruktsioonides — 250 kg, hoone sees asuvais konstruktsioonides — 220 kg.

Käesoleva peatüki alguses on öeldud, et sama tsemendikulu juures on betooni tugevus seda väiksem, mida rohkem on betoonisegu valmistamisel kulutatud vett. Seetõttu tuleb vett betoonisegu valmistamisel kulutada täpselt ettenähtud hulgal, kuigi vesi ei ole kallis.

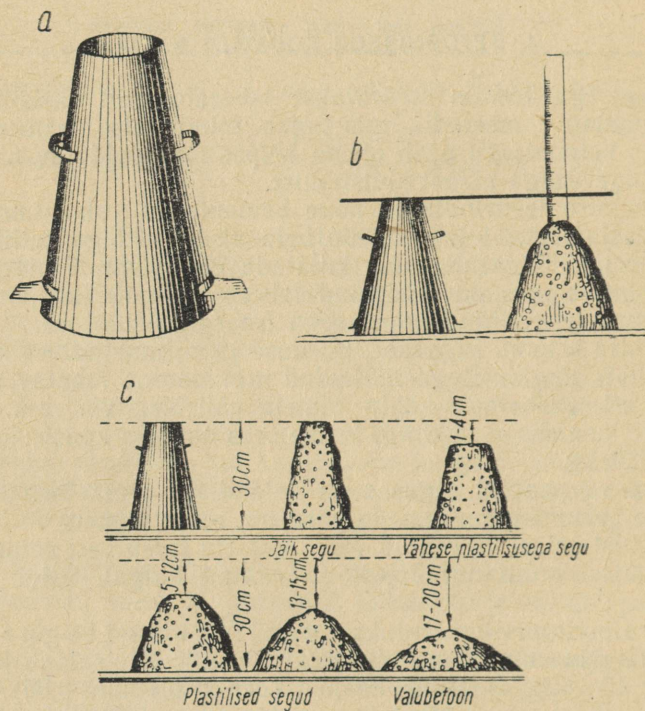
Laboratooriumis määratakse vesitsemenditegur (v/z), s. o. vee kaalu suhe tsemendi kaalu. Tavaliselt sisaldab betoonisegu vett 40—65% tsemendi kaalust (v/z on 0,4 kuni 0,65).

Vesitsemenditegur määratakse vastavate graafikute ja tabelite abil. Peale selle võib vesitsemenditeguri arvutada valemite abil, mis arvestavad betooni ettenähtud survetugevust, tsemendi marki ja muid andmeid.

Betoonisegu olulisteks omadusteks on plastilisus ja paigaldushõlpsus. Betoonisegu plastilisust (konsistentsi) mõõdetakse koonuse vajumise järgi.

Konsistentsi määramiseks kasutatakse metallvormi (joon. 88, a), mis on valmistatud 1 mm paksusest plekist otsest lahtise tüvikoonusena, mille otspinnad on paralleelsed ja koonuse teljega risti. Koonuse ülemine läbimõõt on 10 cm, alumine — 20 cm, kõrgus — 30 cm. Koonuse sisepind on täiesti sile. Betoonisegu konsistents määratakse «koonuse vajumisena», s. o. koonusesse asetatud betoonisegu vajumisena pärast koonuse eemaldamist.

Betoonisegu konsistents määratakse järgmiselt. Koonus asetatakse siledale horisontaalsele metall-lehele mõõdetega 700×700 mm. Enne koonuse täitmist betooniseguga niisutatakse tema sisepind ja metallalus veega. Koonus täidetakse betooniseguga kolmes 10 cm paksuses kihis, iga kiht torgitakse pärast paigaldamist läbi ümaraotsalise 16 mm läbimõõduga 650 mm pikkuse metallvarda 25 torkega. Pärast viimase kihi läbitorkimist lõiga-



Joon. 88. Betoonisegu plastilisuse määramine koonuse abil
a — koonus; *b* — koonuse vajumise mõõtmine; *c* — segude jaotus plastilisuse järgi

takse betoonisegu pind koonuse äärte kõrguselt maha. Seejärel tõstetakse koonus aeglaselt ja ettevaatlikult üles, hoides seejuures külgmistest käepidemetest; koonuse asend peab seejuures jääma vertikaalseks. Vormist vabanenud betoon vajub; vajumise suurust saab hõlpsalt joonlauaga mõõta, asetades vormi betoonkoonuse kõrvale (joon. 88, *b*). Vajumine mõõdetakse koonuse keskelt täpsusega kuni 1 cm.

Koonuse vajumine määratakse kahel korral; kui tulemused erinevad üle 2 cm, siis veel kolmas kord. Kui kolmas tulemus eelmis-

test üle 2 cm võrra erineb, mõõdetakse vajumine veel kord. Koonuse vajumise lõplikuks väärtuseks võetakse kahe teineteisest mitte üle 2 cm erineva mõõtmistulemuse keskmine.

Koonuse vajumine sõltub betoonisegu konsistentsist: mida plastilisem on betoon, seda suurem on koonuse vajumine. Betoonisegud jaotatakse jäikadeks, väheplastilisteks, plastilisteks ja valubetonideks. Jäiga (muldniiske) betooni koonuse vajumine on null, väheplastilisel 1—4 cm, plastilisel 4—15 cm, valubetonil 17—20 cm.

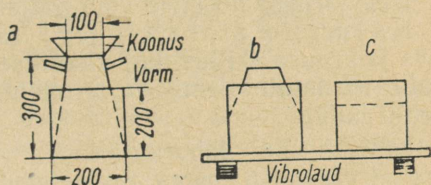
Betoonisegu vajalik konsistents sõltub konstruktsioonist: nii kasutatakse jäiku betoonisegusid armeerimata ja vähese armatuuri konstruktsioonides: vundamentides, põrandates, teekatetes, samuti raudbetoonkonstruktsioonide valmistamiseks tehastes. Plastilisi betoonisegusid koonuse vajumisega 5—6 cm kasutatakse hõreda armatuuri konstruktsioonides: suure ja keskmise ristlõikega sammastes, talades ja plaatides; segusid koonuse vajumisega 7—9 cm — tihedalt armeeritud raudbetoonkonstruktsioonides: õhukestes seintes, punkrites, silodes jne.

Tõstetavais raketistes ilma mehaanilise tihendamiseta betoneeritavate punkrite ja silode juures lubatakse kasutada betoonisegu koonuse vajumisega 10—12 cm. Plastilist betoonisegu koonuse vajumisega 10—12 cm (harva 13—15 cm) kasutatakse väga tihedalt armeeritud konstruktsioonides: kaar- ja talasildades jt. ehitistes. Valubetooni käesoleval ajal ei kasutata, sest see suurendaks tunduvalt tsemendikulu (kuna muidu saadakse nõrk betoon).

Peale plastilisuse peab betoonisegul olema teatud paigaldushõlpsus, mida iseloomustab võime püsida ühtlasena, mitte kihistuda transportimisel ja hästi täita raketist.

Betoonisegu paigaldushõlpsus vibreerimisel määratakse järgmiselt (joon. 89). Tavalisesse proovikuubikute vormi mõõdetega $20 \times 20 \times 20$ cm asetatakse standardkoonus (mille jalatoed on maha võetud) ja täidetakse betooniseguga. Pärast koonuse äratõstmist mõõdetakse betoonisegu vajumine, seejärel vibreeritakse vormi laboratoorsel vibrolaul seni, kui betoonisegu täidab kõik vormi nurgad ja tema pind muutub horisontaalseks. Vibreerimis-aeg sekundites iseloomustab betoonisegu paigaldushõlpsust.

Nagu betoonisegu konsistents, nii ka paigaldushõlpsus tagatakse segu koostise vastava valikuga.



Joon. 89. Betoonisegu paigaldushõlpsuse määramine vibreerimise teel

a — betoonisegu paigaldamine koonuse abil vormi; *b* — betoonisegu enne vibreerimist; *c* — betoonisegu pärast vibreerimist

Vibreeritava monoliitse betooni vajalik plastilisus ja paigaldushõlpsus valitakse vastavalt konstruktsiooni liigile.

Betoonisegu koostis valitakse järgmiselt: algul arvutatakse välja või määratakse tabelite ja graafikute abil vesisementtegur, seejärel tsemendi ja vee hulk 1 m^3 betooni kohta ning liiva ja kruusa (või killustiku) kaalude suhe, samuti täitematerjalide terastikuline (granulomeetiline) koostis. Seejärel määratakse betoonisegu esialgne koostis, valmistatakse selle järgi proovisegu, mõõdetakse selle koonuse vajumine ning, muutes vee ja vastavalt ka tsemendi hulka segus, leitakse ettenähtud plastilisusega betoonisegu lõplik koostis.

Kui betoonisegu koostis on määratud, valmistatakse proovikehad, mis pärast kivistumist 28 päeva jooksul proovitakse survele, et kontrollida betooni tugevuse vastavust ettenähtule.

Betoonisegu koostise võib väljendada kahel meetodil.

E s i m e n e m e e t o d. Segu koostis on väljendatud tsemendi, liiva ja kruusa (killustiku) kaalulise suhtena, kusjuures peab tingimata näidatud olema vesisementtegur. Ühikuks võetakse tsemendi hulk.

Näiteks on laboratooriumis valitud betoonisegu koostis $1 : 2 : 4 \text{ v/z} = 0,6$ juures. See tähendab, et ühikuks võetakse teatud kaaluosa tsementi, liiva võetakse kaalu järgi 2 korda rohkem, kruusa või killustikku — 4 korda rohkem, vett 0,6 osa tsemendi kaalust.

T e i n e m e e t o d. Segu koostis on väljendatud materjalide kaalulise kuluna 1 m^3 paigaldatud ja tihendatud betoonisegu kohta.

Näiteks laboratoorium võib anda 1 m^3 betoonisegu järgmise koostise: tsementi — 280 kg; liiva — 700 kg; killustikku — 1250 kg ja vett — 170 kg, kokku 1 m^3 betoonisegu jaoks 2400 kg materjale.

VIII p e a t ü k k

BETONISEGU VALMISTAMINE

Monoliitsete või monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide ja -detailide betoneerimisel peab olema tagatud pidev varustamine vajalikus koostises betooniseguga. See on võimalik ainult siis, kui ehitusorganisatsioonil on olemas vastavad abiettevõtted.

Raudbetoonitöid teenindavate abiettevõtete kompleksi nimetatakse ehituse betoonimajandiks (tootmisbaasiks); selle koosseisu kuuluvad armatuuritöökoda, betoonitehas või segusõlm, raudbetoondetailide tehas või polügoon, mitmesugused laod ja kommunikatsioonid.

Betoonitehas on betoonimajandi tähtsaim osa. Betoonitehases

valmistatakse betoonisegu ehitustele vajalikus koostises ja koguses.

Betoonisegu valmistamine seisneb kõigi tema koostisosade (komponentide) täpses doseerimises ja nende hoolikas läbisegamises.

Põhiliselt valmistatakse betoonisegu vastavatest koostismaterjalidest, mis segatakse betoonisegistites või betoonisegamisemahetades. Viimased on varustatud doseerimisaparatuuriga.

Konstruksioonilt jaotatakse betoonisegistid:

mittekummutatavad silindrilise trumliga betoonisegistid, mis tühjendatakse kaldrenni abil;

kummutatava trumliga betoonisegistid, mille trummel on kahe alustega vastamisi asetatud tüvikoonuse kujuline; need segistid tühjendatakse trumli vertikaaltasapinna kallutamise teel;

kummutatava pirnikujulise trumliga betoonisegistid.

Töötamisrežiimi järgi jaotatakse betoonisegistid:

perioodilise (tsüklilise) töötamisega segistid, mis valmistavad betoonisegu teatud annustena (kopatäitena); ühe kopatäie segamise ajal ei saa järgmise kopatäie materjale segisti trumlistesse laadida;

pideva töötamisega betoonisegistid, mille trumlil on kaks ava: laadimis- ja väljumisava; laadimisava kaudu antakse pidevalt sisse kuiva segu, väljumisavast väljub pidevalt valmis betoonisegu.

Betoonisegisti trumli sisepinnale on kinnitatud segamislavad. Trumli pöörlemisel tõstetakse materjalid labadega üles, kust nad langevad alla; nii (vabalt langemise teel) toimub segamine kuni ühtlase betoonisegu saamiseni.

1. PERIOODILISE TÖÖTAMISEGA BETOONISEGISTID

Perioodilise töötamisega betoonisegistid võivad olla stationaarsed, teisaldatavad või iseliikuvad (auto-betoonisegistid). Peale selle jaotatakse neid konstruktsiooni ja segamistrumli kasuliku mahu (litraaži) järgi. Segamistrumli kasulik maht määratakse ühes tsüklis sisselaaditavate kuivade materjalide (tsemendi, liiva ja jämeda täitematerjali) mahtude summana. See maht avaldatakse liitrites ja vastab betoonisegisti litraažile. Segamistrumli geomeetiline maht on tavaliselt 2—4 korda suurem kui kasulik maht.

Ühe tsükli vältel valmistatud betoonisegu maht on väiksem kui kuivade materjalide mahtude summa ja moodustab umbes 65—70% segamistrumli kasulikust mahust, sest segamisel täituvad tühemikud kruusa- või killustikuterade vahel tsemendmördiga. Näiteks saab betoonisegistis, mille trumli kasulik maht

on 425 l, valmistada ühes tsüklis keskmiselt $425 \times 0,66 = 280 \text{ l} = 0,28 \text{ m}^3$ betoonisegu. Kordajat 0,66 nimetatakse betoonisegu väljaandvuse koefitsiendiks.

a) Statsionaarsed betoonisegistid

Perioodilise töötamisega statsionaarseid betoonisegisteid (tabel 19) kasutatakse suhteliselt suuremahuliste betoonitööde puhul.

Tabel 19

Perioodilise töötamisega betoonisegistite tehniline karakteristika

Näitaja	Mõõtühik	Betonisegisti tüüp		
		C-158	C-221	C-230A
Segamistruumli maht (laadimise järgi)	l	425	1200	2100
Tsüklite arv tunnis	—	34	25	20
Keskmine tootlikkus vahetuses	m^3	50—70	110—150	250—360
Segamistruumli pöörlemiskiirus	p/min	17,5	14	12,6
Veepaagi maht	l	80	200	—

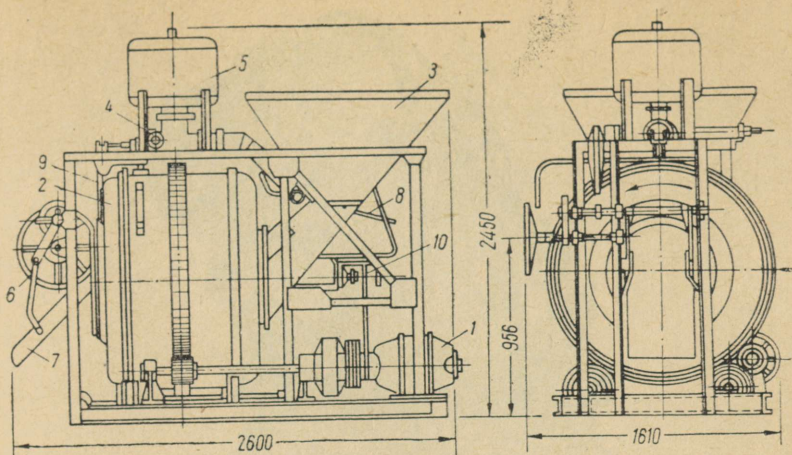
Betonisegistid mahuga 425 ja 1200 l valmistatakse mittekummutatava või kummutatava segamistruumliga.

425 l mahuga statsionaarse betoonisegisti C-158 töötamisskeem (joon. 90) on järgmine: elektrimootor 1 paneb pöörlema betoonisegisti trumli 2. Betoonisegu koostismaterjalid (tsement ja täitematerjalid) doseeritakse ja laaditakse punkrisse 3. Kangiga 8 avatakse siiber ning materjalid langevad punkrist 3 segamistruumlisse 2. Punkri külge on kinnitatud vibraator 10, mis kiirendab punkri tühjenemist. Samaaegselt lastakse kangi 9 pööramise teel veepaagist 5 toru 4 kaudu trumlisse vesi, mille juurdevool automaatselt peatub, kui ettenähtud veehulk on trumlisse voolanud.

Pärast segamist viiakse käsiratta 6 abil trumlisse tühjendusrenn 7, mida mööda valmis betoonisegu valgub alla betoonisegu punkrisse. Kui betoonisegu on välja laaditud, tõmmatakse tühjendusrenn trumlist välja ning tsükel kordub.

Praegu valmistatakse täiuslikumaid 425 l mahuga statsionaarseid betoonisegisteid C-336.

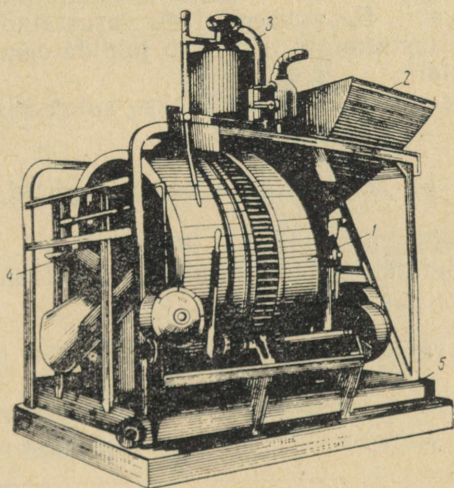
1200 l mahuga statsionaarne betoonisegisti C-221 (joon. 91) erineb segistist C-158 ainult oma mahu ning laadimis- ja tühjendusadme ühendatud (blokeeritud) juhtimise poolest. Ta on varustatud signaalaparaadiga, millega kontrollitakse segamise



Joon. 90. 425-liitrise betoonisegisti C-158 skeem

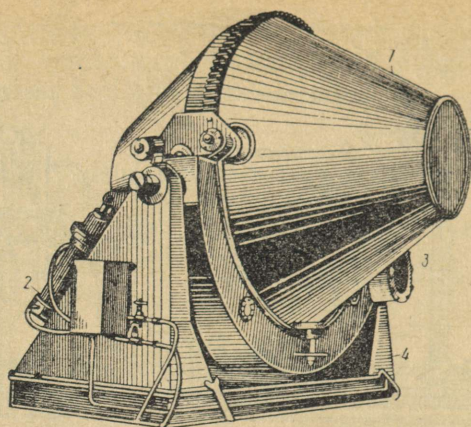
kestust. Signaalaparaat ei lase betoonisegu välja laadida enne ettenähtud segamisaja lõppu.

Nimetatud segistit kasutatakse peamiselt tsentraalsetes automatiseeritud betoonitehastes.



Joon. 91. Statsionaarne mittekummutatava trumliga betoonisegisti C-221

1 — segamistrummel; 2 — laadimispunker; 3 — vee doseerimise paak; 4 — tühjendusrenn; 5 — raam



Joon. 92. Statsionaarne kallutatava trumliga betoonisegisti C-230A

1 — segamistrummel; 2 — trumli kallutusseadme silinder; 3 — trumli pöörlemise ajam; 4 — alus

2400 l mahuga statsionaarse betoonisegisti C-230A (joon. 92) segamistrummel on kahe alustega vastamisi asetatud tüvikoonuse kujuline. Laadimise ja segamise ajal on trumli telg horisontaalne. Tühjendamiseks kallutatakse trumlit pneumaatiliste või hüdrauliliste silindrite abil. Betoonisegisti on varustatud blokeerimis- ja signalisatsioonisüsteemiga; teda võib juhtida eemalt — tsentraalselt juhtimispuldilt.

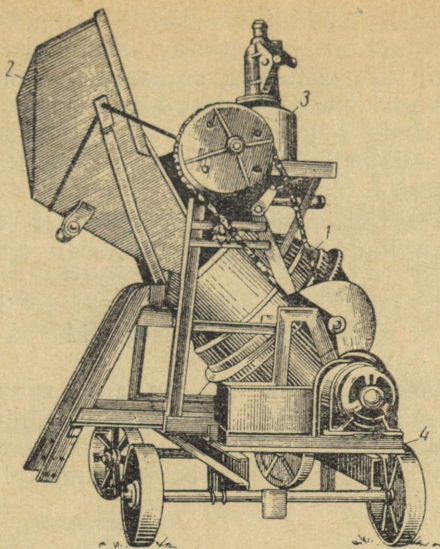
Betoonisegisteid C-230A kasutatakse automatiseeritud betoonitehastes.

b) Teisaldatavad betoonisegistid

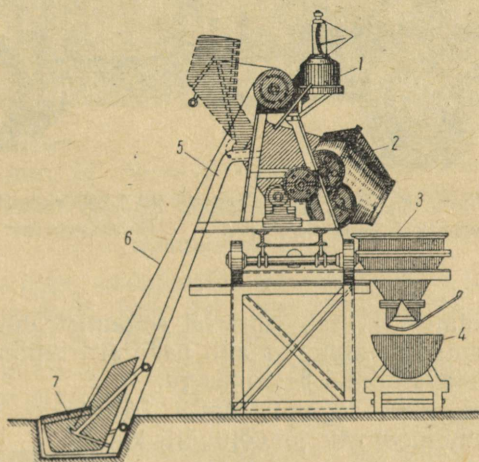
Teisaldatavaid perioodilise töötamisega betoonisegisteid (tabel 20) kasutatakse väikesemahulistel betoonitöödel.

Tabel 20
Teisaldatava perioodilise töötamisega betoonisegisti C-187 tehniline karakteristika

Näitajad	Mõõtühik	Karakteristika
Segamistrumli maht	1	100
Tsüklite arv tunnis	—	33
Keskmine tootlikkus vahetuses	m ³	8—12
Segamistrumli pöörlemiskiirus	p/min	22,8
Veepaagi maht	l	—



Joon. 93. Teisaldatav kummutatava trumliga betoonisegisti



Joon. 94. Alusel paiknev spetsiaalsete abiseadmetega varustatud teisaldatav betoonisegisti

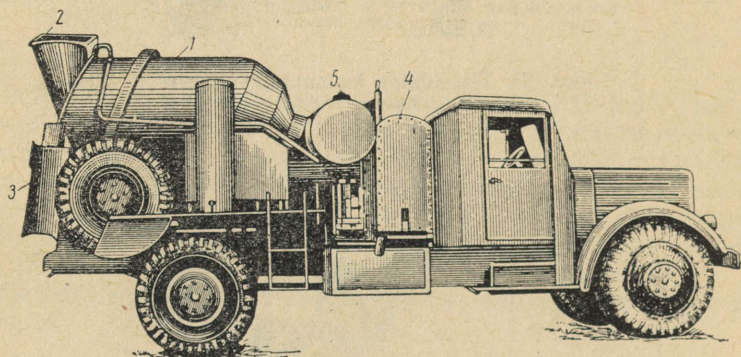
1 — vee doseerimise paak; 2 — segamistrummel;
 3 — valmis betoonisegu punker; 4 — valmis betoonisegu vagonett; 5 — laadimiskopa roopad; 6 — tross;
 7 — laadimiskopp

Väikesi betoonisegisteid (kuni 250 l) valmistatakse ainult teisaldatavatena ja neil on kummutatav segamistrummel (joon. 93). Materjalid laaditakse segamistrumlisse 1 laadimiskopa 2 abil. Laadimise ajal on trummel kallutatud kopa poole, segamise ajal — teisele poole. Valmis betoonisegu väljalaadimiseks kallutatakse trummel avaga allapoole. Betoonisegisti raamile 4 on kinnitatud vee doseerimispaak 3.

Teisaldatava betoonisegisti võib (vastavalt tööde teostamise tingimustele) kinnitada kõrgemale puitalusele (joon. 94).

c) Auto-betoonisegistid

Auto-betoonisegisti (joon. 95) on auto raamile monteeritud betoonisegisti, mis valmistab betoonisegu sõidu ajal. Tehases laaditakse segisti trumlisse kuiv segu (tsement ja täitematerjalid) ja täidetakse veepaak. Teel betoneerimiskohale, 10—15 min.



Joon. 95. Auto-betoonisegisti ЯАЗ-200 raamil

1 — segamistrummel; 2 — laadimislehter; 3 — tühjendamisrenn; 4 — mootor;
5 — vee doseerimispaak

enne kohalejõudmist, lülitab motorist segamistrumli pöörlema ja pumpab vee tsentrifugaalpumba abil paagist trumlisse. Paigalduskohale jõuab äsjavalminud betoonisegu.

Auto-betoonisegisti segamistrumlit käitatakse oma bensiinimootorilt või automootorilt jõuvõtuvõlli kaudu.

Joonisel 95 on näidatud auto-betoonisegisti, mis on monteeritud veoauto ЯАЗ-200 raamile. Trumli kasulik maht on 3000 l ja see on varustatud laadimis- ja tühjendamisavaga. Trumli telje kaldenurk horisondi suhtes on umbes 20°. Trumli siseküljele on kinnitatud kruvijoones paigutatud segamislabad.

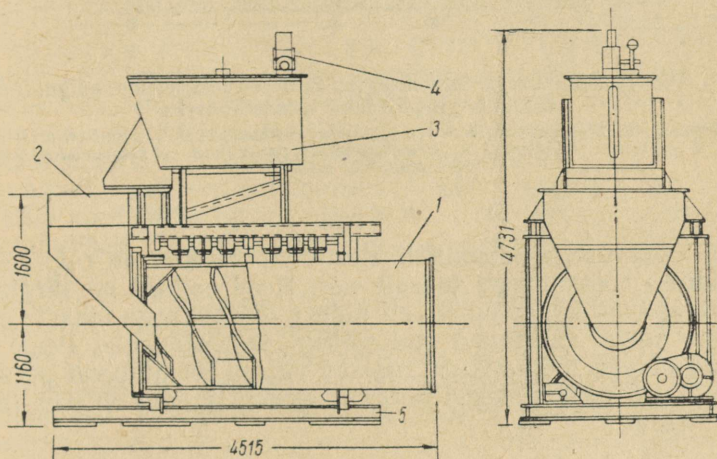
Trumlit käitab 30 hj võimsusega mootor ja ta võib pöörelda

mõlemas suunas. Betoonisegu väljalaadimiseks ei muudeta trumli kaldenurka, vaid ainult pöörlemissuunda; seejuures tõukavad kruvitaolised segamislavad betoonisegu välja.

Käesoleval ajal auto-betoonisegisteid ei toodeta, kuid ehituses leiavad nad veel kasutamist.

2. PIDEVA TÖÖTAMISEGA BETOONISEGISTID

Ülalkirjeldatud betoonisegistid kuuluvad perioodilise töötamisega masinate hulka, mis töötavad tsükliliselt ning annavad valmis betoonisegu üksikute annuste kaupa. Ehitustel, kus betooni-



Joon. 96. Pideva töötamisega betoonisegisti

1 — segamistrummel; 2 — laadimispunkter; 3 — vee doseerimise paak; 4 — veekraani mehhanism; 5 — raam

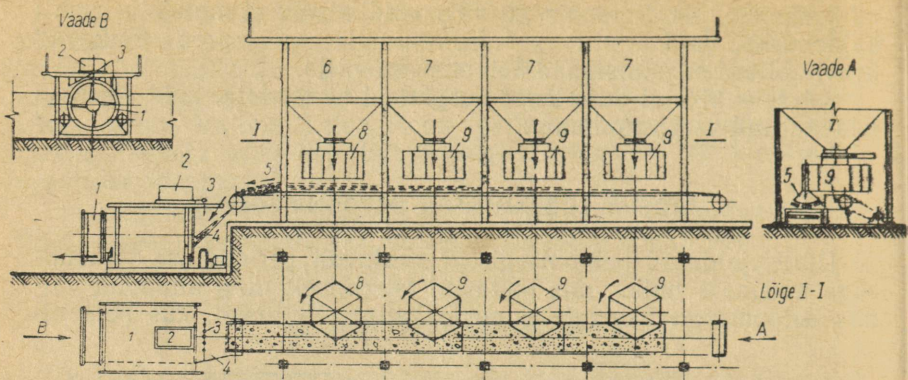
tööde maht on suur, kasutatakse käesoleval ajal pideva töötamisega betoonisegisteid (joon. 96). Nende tootlikkus on kuni 60 m^3 betoonisegu tunnis või 480 m^3 vahetuses.

Segistisse antakse betooni koostismaterjalid pideva vooluna; need segunevad ning masinast väljub valmis betoon samuti pideva vooluna.

Pideva töötamisega betoonisegisti on metallsilinder, mille sisepinnale on spiraalselt kinnitatud segamislavad. Töötamisel segavad labad betooni koostismaterjale ja lükkavad segu järk-järgult laadimisava poolt väljumisava poole.

Pideva töötamisega betoonisegisti ja tema doseerimisseadme skeem on toodud joonisel 97.

Seda tüüpi betoonisegisteid kasutatakse ainult spetsiaalsetes



Joon. 97. Pideva töötamisega betoonisegisti ja doseerimiseadme paigutuse skeem betoonisegu pidevaks valmistamiseks

1 — betoonisegisti; 2 — veepaak; 3 — vee jaotamise mehhanism; 4 — täitmisrenn; 5 — transportööri; 6 — tsemendipunkter; 7 — täitematerjalide punktid; 8 — tsemendidosaat; 9 — täitematerjalide dosaatorid

pideva töötamisega betoonitehastes. Neil tehastel on rida eeliseid perioodilise töötamisega tehaste ees. Need eelised on järgmised.

Võrdse tootlikkuse juures on pideva töötamisega tehaste ehitus odavam, nõuab väiksemat materjalide ja tööjõukulu. Peale selle vajavad pideva töötamisega tehased vähem teenindavat personali ja kulutavad vähem elektrienergiat; seadmete kaal on neis tunduvalt väiksem.

3. MATERJALIDE DOSEERIMINE

Betoonisegu materjalide koguse mõõtmist nimetatakse doseerimiseks, mis võib toimuda mahuliselt või kaaluliselt. Doseerimine on betooni valmistusprotsessis põhiliseks operatsiooniks. Betoonisegu koostismaterjalide täpsest doseerimisest sõltub betooni kvaliteet ja tsemendi ökonoomne kasutamine.

Selleks et määrata ühe trumlitäie jaoks vajalik materjalide kogus, tuleb teada betoonisegu koostist ja segu väljaandvus; kuna laboratoorium annab betoonisegu materjalide kulu tavaliselt 1 m³ betooni kohta, siis tuleb arvutada betooni väljaandvus ühe trumlitäie kohta ja korrutada saadud arvuga kõik materjalide kulunormid.

Näiteks on antud järgmine betoonisegu koostis 1 m³ betooni kohta: tsemendi 250 kg, liiva 420 l, kruusa 900 l, vett 160 l. Betoonisegu väljaandvus on 0,66. Betoonisegu valmistatakse 425 l mahuga betoonisegistis.

Üks masinatäis betoonisegu annab:

$$425 \cdot 0,66 = 280 \text{ l} = 0,28 \text{ m}^3 \text{ valmis betooni.}$$

Selle valmistamiseks on vaja:

tsementi	$250 \times 0,28 = 70 \text{ kg}$
vett	$160 \times 0,28 = 45 \text{ l} = 45 \text{ kg}$
liiva	$420 \times 0,28 = 117 \text{ l} = 0,117 \text{ m}^3$
kruusa	$900 \times 0,28 = 252 \text{ l} = 0,252 \text{ m}^3$

Kui liiv ja kruus doseeritakse kaaluliselt, siis tuleb nende kogus korrutada mahukaaludega:

liiv	$1500 \times 0,117 = 175 \text{ kg}$
kruus	$2000 \times 0,252 = 504 \text{ kg}$

Mahuline doseerimine on vähem täpne. Praktika on näidanud, et kõigist betoonisegu koostismaterjalidest võib mahuliselt doseerida ainult jämedat täitematerjali, kuna selle mahukaal on enam-vähem konstantne. Sõltuvalt tihendamisest võib tsemendi mahukaal muutuda 1000 kuni 1600 kg/m³ piires.

Liiva mahukaal oleneb niiskusest ja võib muutuda suurtes piirides (1200 kuni 2000 kg/m³). Seetõttu ei ole lubatav tsementi ja liiva mahuliselt doseerida. Vett võib doseerida nii mahu kui ka kaalu järgi.

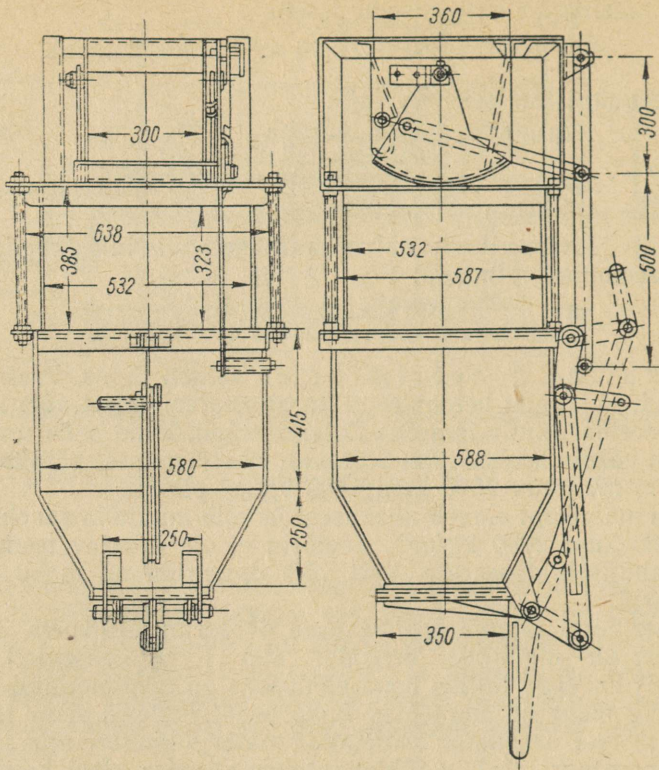
Doseerimine toimub spetsiaalseis doseerimisseadmeis. Jämeda täitematerjali mahuline dosaator 425 l betoonisegisti jaoks (joon. 98) on väga lihtne, tema põhiosaks on teleskoopiline mõõtenõu, mille maht on muudetav kahe osa teineteise sisse ja välja lükkamise teel. Dosaator täidetakse materjalipunkri alla kinnitatud sektorsulguri abil ja tühjendatakse alumise klapi kaudu.

Vee mahuliseks dosaatoriks (joon. 99) on sifoontüüpi doseerimispaak.

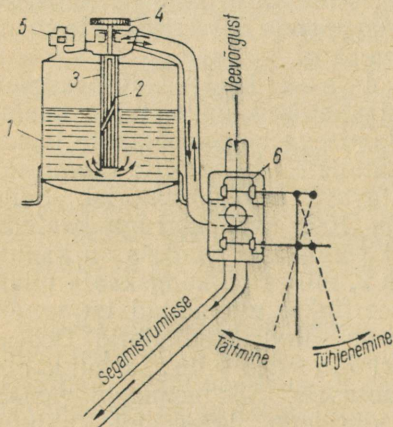
Kaasaegseis betoonitehastes doseeritakse kõik betooni koostismaterjalid kaalu järgi. Vanades betoonitehastes ning betoonisegu valmistamise korral üksikuis betoonisegisteis doseeritakse tsement kaalu järgi, täitematerjalid — mahu järgi.

Materjalide kaaluline doseerimine. Kaasaegsed betoonitehased on varustatud seeriaviisiliselt valmistatud kaaluliste dosaatoritega perioodilise töötamisega betoonisegistite jaoks.

425 l mahuga betoonisegisti kaaluliste dosaatorite komplekt koosneb neljast käsitsi teenindatavast üksikdosaatorist. Selle komplekti tsemendidosaatoril (joon. 100) saab korruga kaaluda 40 kuni 120 kg tsementi. Dosaatori põhilisteks osadeks on kaalumispunker 1 ja kaalumismehhanism 2, milles on kangskaala nihutatavate vihtidega, mille abil fikseeritakse ettenähtud tsemendikogus. Kaalumispunkri all ja kohal on silindrilised siibrid. Doseerimisel avab operaator ülemise siibri 3 ja suleb selle siis, kui kaalu osuti numbrilaua 5 läheneb nulljaotusele. Sel momendil vastab tsemendikogus kaalumispunkris vihtidega fikseeritud kaalule.

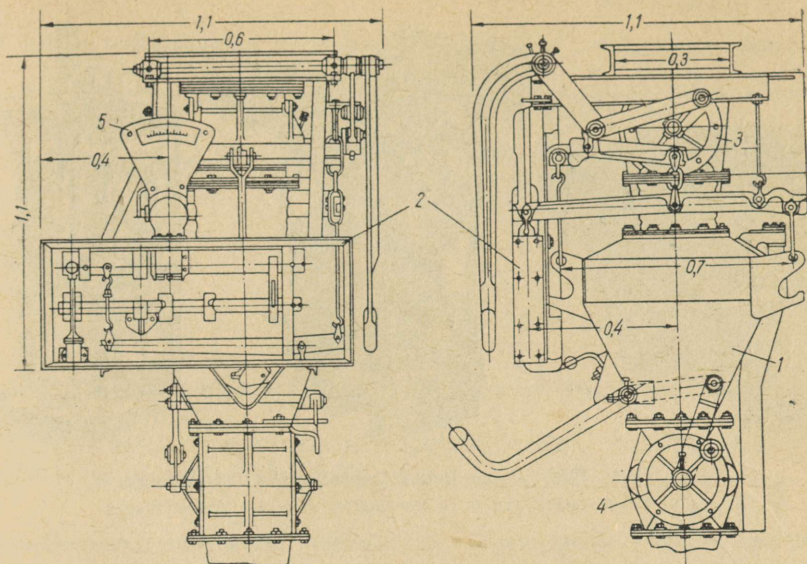


Joon. 98. Jämeda täitematerjali mahuline dosaator 425-liitri-
sele betonisegistile



Joon. 99. Vee doseerimise paak

- 1 — paak; 2 — välimine doseerimissilinder;
3 — südamik; 4 — jaotustega võll; 5 —
õhuklapp; 6 — kolmekäiguline kraan



Joon. 100. Tsemendi kaaluline dosaator 425-liitrisele betoonisegistile

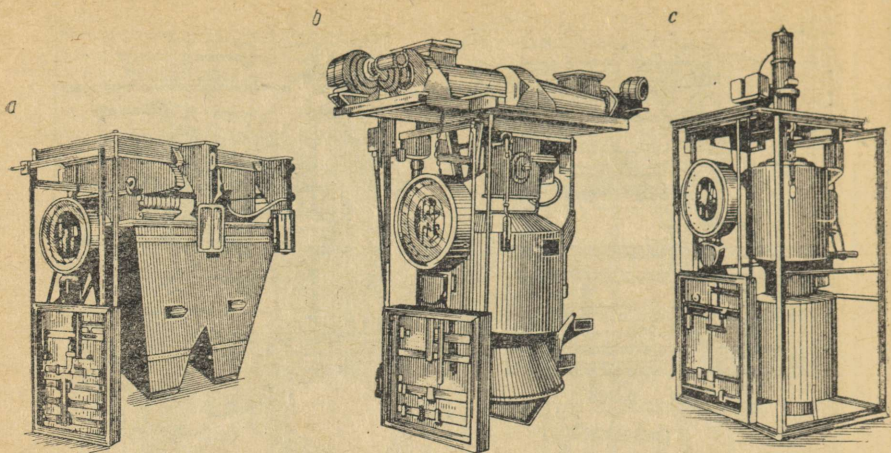
Nüüd avab operaator alumise siibri 4 ning mõõdetud tsemendikogus langeb kaalumispunkrist segistisse.

425 l mahuga betoonisegisti dosaatorite komplekti kuulub kaks täitematerjalide dosaatorit, millest kumbki võib korraga kaaluda 500 kg. Iga dosaatori kaalumisseadmes on kaks kangskaalat, mille abil võib sama kaalumispunkriga kaaluda üksteise järel kaht liiki täitematerjale. Nii võib nende kahe dosaatori abil kaaluda liiva ja peale selle jämeda täitematerjali kolme fraktsiooni. Neljandana kuulub komplekti veedosaator.

1200 l mahuga betoonisegisti kaaluliste dosaatorite komplekt koosneb 5 ühikust. Need võivad olla juhitavad nii käsitsi kui ka automaatselt; esimesed on analoogilised ülalkirjeldatuga.

1200 l mahuga betoonisegisti automaatsed dosaatorid (joon. 101) on varustatud kahekordse arvu kangskaaladega (ülemised ja alumised). Ülemistel kangskaaladel võib fikseerida betoonisegu ühele koostisele vastavad materjalikogused, alumistel — teisele koostisele vastavad kogused. Operaator võib lülitada juhtimispuldilt tööle (ilma vihte nihutamata) ülemised või alumised kangid ja nii kaaluda materjalid ühe või teise betooni koostise jaoks.

2400 l mahuga betoonisegisti kõik dosaatorid on automaatsed, neil on igas kaalukapis neli kangskaalat nelja erineva koostise doseerimiseks ilma vihte ümber asetamata.



Joon. 101. 1200-liitrise betoonisegisti automaatdosaatorid
a — täitematerjalidele; *b* — tsemendile; *c* — vee doseerimiseks

Vastavalt tehnilistele tingimustele peab ehitusplatside segusõlmedes toimuma:

a) tsemendi ja kuivade aktiivsete lisandite doseerimine — kaalu järgi, täpsusega kuni 2%;

b) täitematerjalide doseerimine — kaalu või mahu järgi, täpsusega kuni 5%;

c) vee ning kloorkaltsiumi vesilahuse doseerimine — kaalu või mahu järgi täpsusega kuni 2%.

Tsentraalseis betoonitehastes peab materjalide doseerimine toimuma kaalu järgi, kusjuures täpsus peab olema tsemendi, vee ja lisandite doseerimisel vähemalt 1%, täitematerjalide doseerimisel — 3%.

4. BETOONI SEGAMINE

Betoonisegu koostisosade segamise kestus, alates kõigi materjalide sisselaadimise hetkest kuni väljalaadimise alguseni, peab olema täpselt määratud ning minimaalne (tabel 21).

Segamiskestus sõltub betoonisegisti mahust ja segu plastilisusest. Mida suurem on segisti maht ja mida väiksem on koonuse vajumine (plastilisus), seda suurem peab olema segamise kestus.

Ühtlase betoonisegu saamiseks tuleb ettenähtud segamiskestusest rangelt kinni pidada. Halvasti segatud betoon on pruunika värvusega ja silmaga nähtavalt ebahütlane. Vedamisel kihistub ta kiiresti. Halvasti segatud betooni paigaldada ei tohi. Enne paigaldamist tuleb ta uuesti (käsitsi) läbi segada.

Tabel 21

Betoonisegu minimaalne segamiskestus perioodilise töötamisega betoonisegistites

Betoonisegisti maht l	Segamiskestus sek.		
	rasked betoonid mahukaaluga 2200 kg/m ³ , koonuse vajumisega		betoonid mahukaaluga 1800—2200 kg/m ³
	kuni 60 mm	üle 60 mm	
kuni 425	60	45	180
" 1200	120	90	240
" 2400	150	120	—

Kerge betoonisegu koostisosad segatakse peamiselt sundsegamisega¹ segistites.

Kergbetoonide minimaalne segamiskestus sundsegamisega segistites on toodud tabelis 22.

Tabel 22

Kergbetoonisegu minimaalne segamiskestus sundsegamisega betoonisegistites

Täitematerjali liik	Segamiskestus sek.	
	Betoon välisseina konstruktsioonideks ja soojaisolat- siooniks	Betoon kandvateks raudbetoonkonst- ruktsioonideks
Poorne killustik:		
jämedusega kuni 40 mm	300	—
kuni 20 „	—	420
kuni 10 „	—	480
Poorne kruus:		
jämedusega kuni 20 mm	200	360
kuni 10 „	—	420

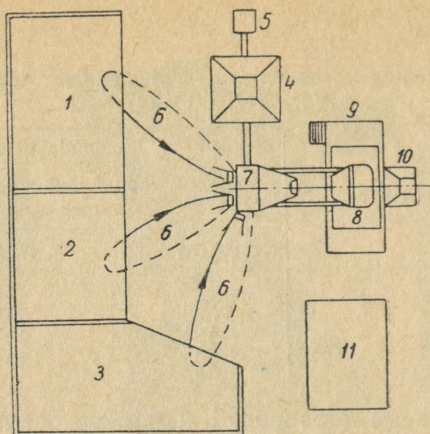
5. BETOONITEHASED

Käesoleval ajal valmistatakse betoonisegu mitmesugustes segusõlmedes ja tehastes.

Lihtsaim betoonisõlm (joon. 102) rajatakse ehitusplatsile betoonitehase puudumise või liigse kauguse korral, kui ehituse maht ei ole suur.

Betoonisõlmes kasutatakse tavaliselt teisaldatavaid betoonisegisteid mahuga 250 või 425 l. Tsement kaalutakse detsimaalkaa-

¹ Harilikes (vabasegamisega) betoonisegistites haaratakse segu pöörleva trumli seintele kinnitatud segamislabadega, tõstetakse üles ja lastakse vabalt alla langeda, kust ta uuesti üles tõstetakse. Sundsegamisega segistites toimub segamine pöörlevate labade abil.



Joon. 102. Betonisõlme skeem

1 — jämeda killustiku ladu; 2 — peene killustiku ladu; 3 — liiva ladu; 4 — tsemendipunker koos dosaatoriga; 5 — tsemendiladuja; 6 — täitematerjalide kärutamise teed; 7 — laadimiskopp; 8 — betoonisegisti; 9 — inventaarne lava; 10 — betoonisegu punker; 11 — motoristi putka

ludel või käsitsi teenindatava dosaatoriga; viimasel juhul asetatakse dosaatori kohale tsemendipunker 4 koos laadimisseadmega 5 tsemendi ülesandmiseks. Liiv ja jäme täitematerjal hoitakse lahtistes staablites, laudadest või lahjast betoonist alusel.

Täitematerjalid doseeritakse mahu järgi mõõtekastide või -kärude abil. Betoonisegisti tõstekoppa laaditakse materjalid kolmelt küljelt.

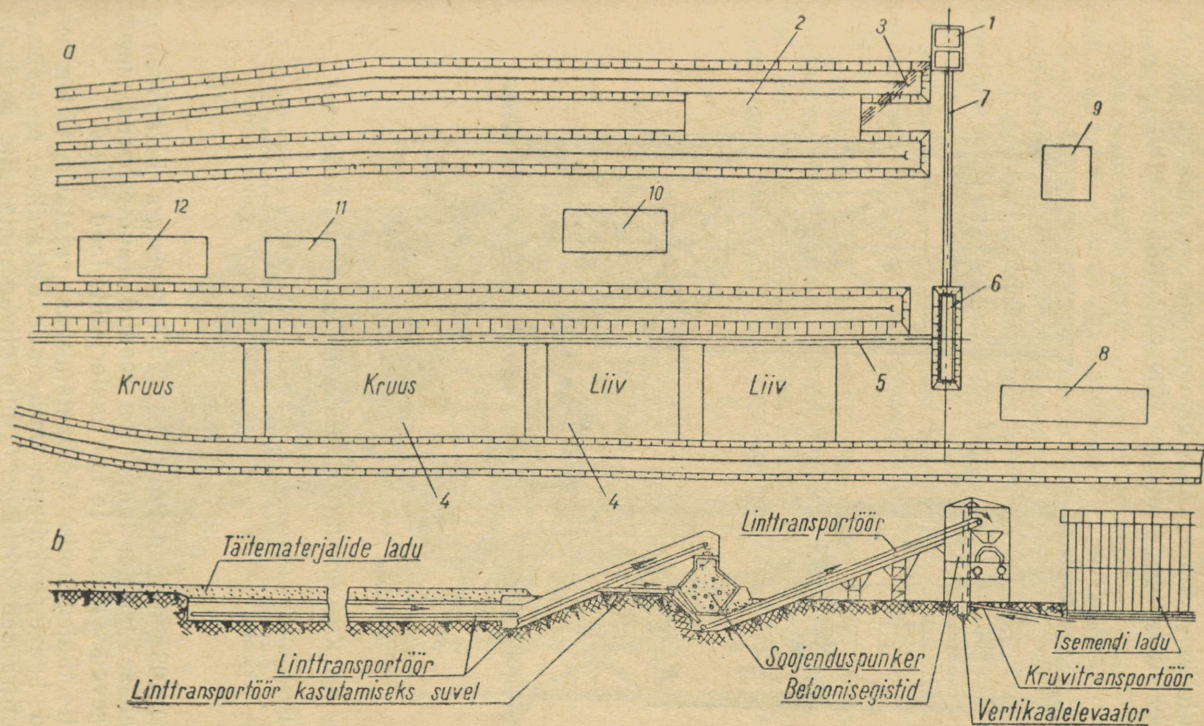
Sõltuvalt transpordivahendeist, millesse tuleb laadida betoonisegu, paigutatakse betoonisegisti maa peale või tõstetakse vastavale tööalale. Betoonisegisti võib tühjendada punkrisse või otse transpordivahendile.

Kirjeldataud viisi kasutatakse ainult betoonitööde väikese mahu (kuni 1000 m³) korral.

Suurtes ehitusorganisatsioonides (trustides) ning üksikutel suurtel ehitustel rajatakse tsentraliseeritud betoonitehased, mis võivad betooniseguga varustada nii monteeritavate raudbetoonitoodete tehaseid ja polügoone kui ka ehitusobjekte kuni 20 km raadiuses.

Betonisõlmedest erinevad betoonitehased sellega, et neis on kõik operatsioonid, alates materjalide etteandmisest kuni valmis betoonisegu väljaandmiseni, täielikult mehhaniseeritud, mõnedes tehastes aga ka automatiseeritud.

Mehhaniseerimine ja automatiseerimine vähendab tunduvalt tööjõukulu betoonisegu valmistamisel.

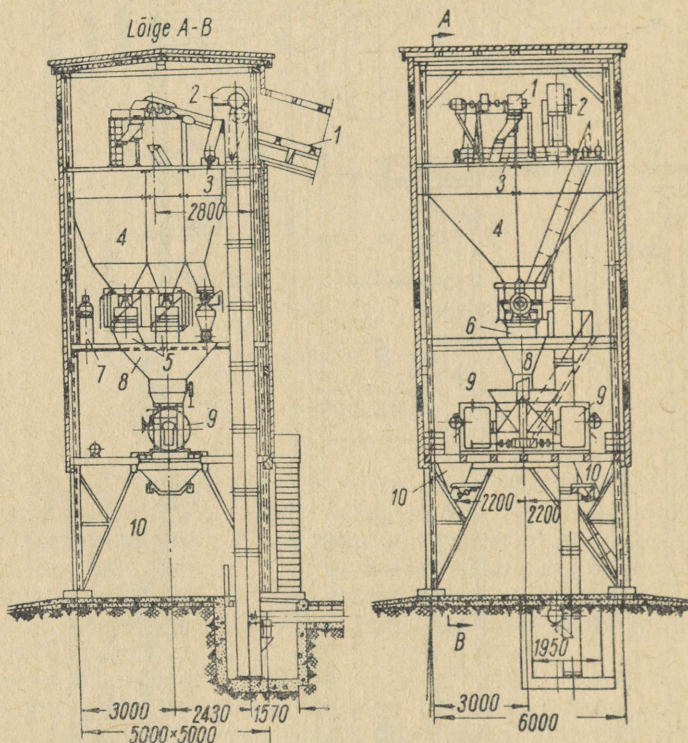


Joon. 103. Kahe 425-liitrise betoonisegistiga betoonitehase skeem

a — plaan; b — tehnoloogiline skeem; 1 — segamissõlm; 2 — tsemendi ladu; 3 — tsemendi tigutransportöör; 4 — täitematerjalide ladu; 5 — täitematerjalide transportöör; 6 — soojenduspunkter; 7 — transportööri galerii; 8 — külteainete ladu; 9 — katlamaja; 10 — kontor ja laboratoorium; 11 — bituumeni ladu; 12 — bituumeni valamine

Betoonitehastes on mehhanismid ära kasutatud tunduvalt paremini, kuna tehas teenindab tervet ehitusrajooni ja tema koormus on ühtlane.

Betoonitehastes kasutatakse betoonisegisteid mahuga 250, 425, 1200 ja 2400 l; nende tootlikkus võib olla mitmesugune.



Joon. 104. Kahe 425-liitrise betoonisegistiga inventaarse betoonitehase skeem

1 — täitematerjalide transportöörid; 2 — tsemendielevaator; 3 — tsemendirenn; 4 — punnid; 5 — täitematerjalide dosaatorid; 6 — tsemendidosaat; 7 — veepaak; 8 — lehter; 9 — betoonisegistid; 10 — jaotuspunktid

Joonisel 103 on näidatud kahe 425 l segistiga betoonitehase skeem. Tehase territooriumile on toodud raudteeharud, nende ääres asetsevad tsemendi ja inertmaterjalide laod 2 ja 4.

Vagunite tühjendamise hõlbustamiseks rajatakse täitematerjalide laod kaevikpunkritena, mille alla ehitatakse maa-alused galeriid lintransportööridega 5, mis viivad materjalid kaldgaleri 7 transportööridele. Viimased tõstavad täitematerjalid betooni-

tehase ülemisele korrusele, kus nad juhitakse ülemistesse jaotuspunkritesse.

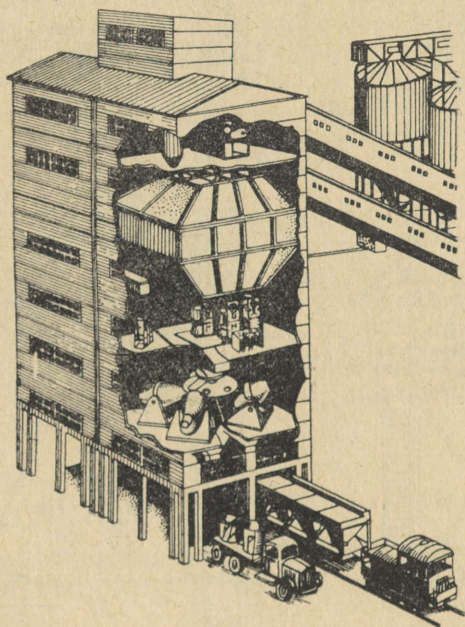
Talvel hoitakse täitematerjale enne ülemistesse jaotuspunkritesse tõstmist spetsiaalsetes soojenduspunkrites.

Tsementi hoitakse suurtes betoonitehastes silodes — suletud raudbetoon- või metallsilindrites. Silode kohal asub galerii maha-laadimisseadmetega, nende all — jaotusgalerii. Segamisseadmesse juhitakse tsement kruvitransportööri 3 ja koppelevaatori abil.

Joonisel 104 on kujutatud kahe 425 l betoonisegistiga varustatud inventaarse betoonitehase skeem. Materjalid juhitakse punkritest 4 dosaatoritesse 5 ja 6, sealt kogumislehtri 8 kaudu betoonisegistisse 9. Valmis betoonisegu langeb jaotuspunkrisse 10 ja sealt autodele.

Sellise tehase tootlikkus on 12—15 m³ tunnis. Kui tehas on varustatud nelja 425 l betoonisegistiga, on tootlikkus 25—30 m³ tunnis.

Suurtel tööstus- ja hüdrotehnilistel ehitustel rajatakse võimsad automatiseeritud betoonitehased, kus kõigi masinate ja mehhanismide juhtimine on automaatne. Tehast juhivad operaatorid juhtimispultidelt. Täitematerjalid antakse ladudest tehase ülemisel kor-



Joon. 105. Automatiseeritud perioodilise töötamisega betoonitehase skeem segistite pesakujulise paigutuse korral

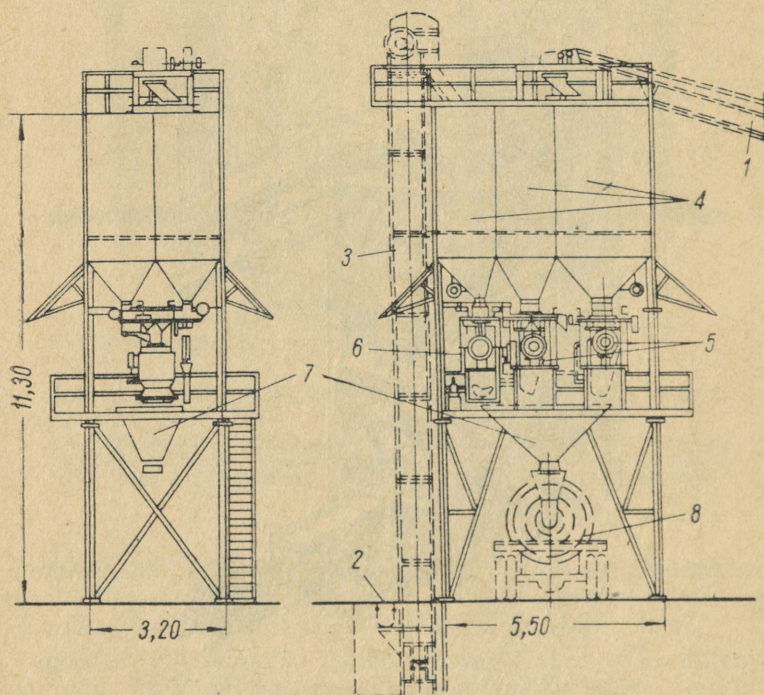
rusel asuvaisse punkritesse lintransporditega, tsement juhitakse punkrisse torude kaudu spetsiaalsete pumpade abil. Punkrite alla on riputatud automaatsed kaalulised dosaatorid, millest kaalutud annused puistatakse kogumispunkrisse ning siit betoonisegistisse. Valmis betoonisegu läheb jaotuspunkrisse või transpordivahendile.

Automatiseeritud betoonitehastes seatakse üles 1200 või 2400 l mahuga betoonisegistid (joon. 105).

1200-liitrite betoonisegistitega tehastes võib segamissõlmes olla kaks (üks sektsioon), neli või kuus betoonisegistit. Nende tootlikkus on vastavalt 38,76 ja 114 m³ tunnis. 2400 l segistitega betoonitehased võivad anda tunnis (olenevalt sektsioonide arvust) 125 kuni 500 m³ segu.

6. KUIVA BETOONISEGU VALMISTAMINE

Suure hulga 20—50 km raadiuses või piki mingit trassi asuvate ehitiste püstitamisel paigutatakse ehitusrajooni keskele kuiva betoonisegu doseerimise seadmed (joon. 106). Nende kõrval asuvad tsemendi ja täitematerjalide laod ning veereservuaar.



Joon. 106. Auto-betoonisegisteid teenindava doseerimisseadme C-242 skeem

Seadmel C-242 juhitakse täitematerjalid kald-lintranspordööri 1 punkritesse 4. Tsemendi transportimiseks kasutatakse krui-transportööri 2 ja vertikaalset koppelevaatorit 3. Punkrite all asuvad kolm automaatset kaalulist dosaatorit 1200-liitrise betoonisegisti komplektist — üks tsemendi jaoks (6) ja kaks täitematerjalide jaoks (5). Dosaatorist langeb materjal kogumispunkrisse (lehrisse) 7, sealt siibri kaudu auto-betoonisegisti 8 segamistruumisse; ehitusplatsile jõuab juba valmis betoonisegu.

7. BETOONISEGU KÄSITSI VALMISTAMINE

Käsitsi võib betoonisegu valmistada vaid üksikuil erandjuhtudel, tähtsusetu betooni mahu korral (remonttöödel jms.).

Käsitsi valmistatakse betoonisegu laudisel, milleks on 4×6 m puitkilp, mis on tihedalt kokku naelutatud 50 mm paksustest servatud laudadest. Laudis peab olema varjatud tuule ja vihma eest katusealusega, mille kolm külge on kinni löödud.

Algul asetatakse laudisele, laudade suhtes ristsuunas, üheks seguks vajaliku liiva vall. Seejärel tehakse valliharjale madal vagu, millesse puistatakse tarvilikul hulgal tsementi. Viimane puistatakse valli äärtelt võetud liivaga kergelt üle. Seejärel segavad kaks töölise, kes seisavad vastamisi teine teisel pool valli, liiva ja tsemendi segu labidatega läbi, liikudes valli ühest otsast teiseni ja tagasi, kuni segu omandab ühtlase värvuse.

Koostisosad doseeritakse mahu järgi. Kui valmistatakse segu vahekorras 1 : 2 : 4, võetakse üks kärutäis tsementi, kaks kärutäit liiva ja neli kärutäit kruusa või killustikku. Kärude maht peab olema mõõdetud ning ära märgitud.

Pärast liiva ja tsemendi läbisegamist tehakse uuesti vall ning sellesse vagu ja puistatakse sinna kruus või killustik — antud juhul neli kärutäit. Nagu varemgi, segavad kaks töölise segu labidatega läbi, kolmas aga valab sellele kastekannust ettenähtud hulgal vett. Valli segatakse kuni ühtlase segu saamiseni.

Sama tsemendikulu ja segamiskestuse korral saadakse betoonisegu mehhaniseeritud valmistamisel tugevam betoon kui segu käsitsi valmistamisel.

8. PÕHILISED OHUTUSTEHNIKA EESKIRJAD

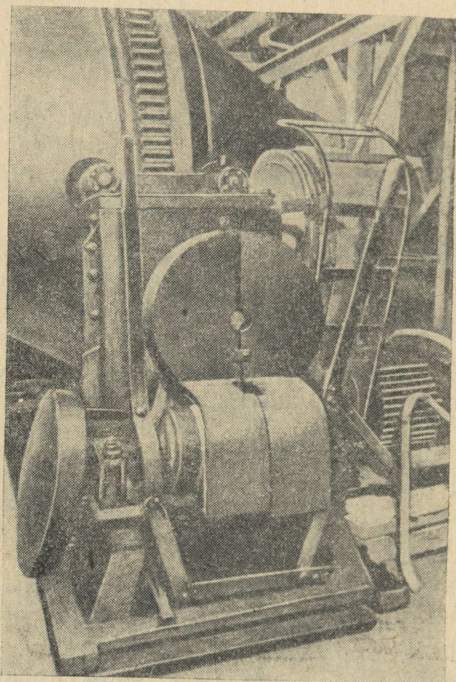
Betoonisegistit võivad käsitseda ainult töölised, kes on välja õpetatud nende masinatega töötama ning tunnevad nende eksploatatsiooni eeskirju.

Betoonisegu segamise ajal ning segisti remontimisel peab laadimiskopp olema alla lastud. Kui segisti kopp on tõstetud, kuid kinnitamata, ei tohi minna kopa juhtroobaste lähedale.

Betoonisegisti trumlit võib puhastada ainult siis, kui trummel on peatatud ja mootor elektrivõrgust välja lülitatud.

Töökoht betoonisegisti juures peab olema puhas. Betoonisegu väljalaadimisel ei tohi kasutada labidat väljalaadimise kiirendamiseks.

Betoonisegisti liikuvad osad, mis asuvad tööliste ligiduses, peavad olema kaitstud vastavate katetega (joon. 107).



Joon. 107. Betoonisegisti liikuvad osad on kaitstud katetega

Betoonisegisti töötamise ajal ei tohi teda määrada, puhastada ega remontida. Mingi rikke ilmnemisel tuleb töö segistil kohe katkestada.

Galeriides peavad lintransportööride järelevaatuseks ja remondiks olema 0,75—1 m laiused käiguteed.

Betoonitehased varustatakse heli- ja valgussignalisatsiooniga.

Tööliste kaitseks tolmu vastu peavad tsemendielevaatorid olema tihedad. Elevaatorit tohib remontida ja puhastada ainult pärast selle väljalülitamist. Elevaatori pea juures peab olema vas-

tav platvorm tema ohutuks teenindamiseks. Horisontaalsed transpordirennid peavad olema kaitstud tiheda kattega.

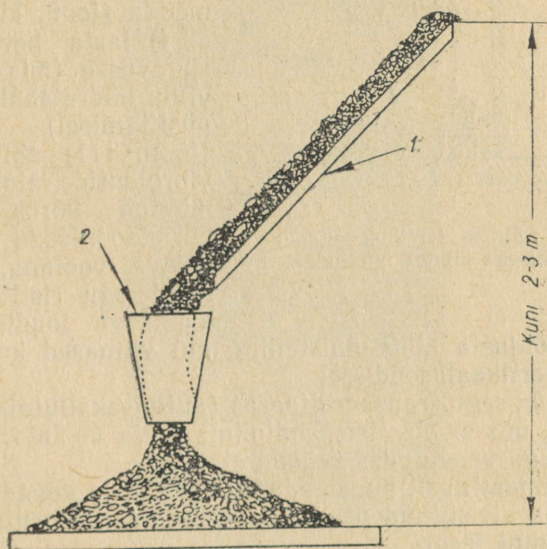
Elektrijuhtmete korrasolekut tuleb süstemaatilisel kontrollida. Kõik masinate metallosad peavad olema maandatud. Kõik läbipääsud peavad olema vabad ja puhtad. Töökohad peavad olema hästi valgustatud.

IX peatükk

BETONISEGU TRANSPORTIMINE

1. TRANSPORTIMISE PÕHIEESKIRJAD

Õigesti valitud koostisega betoonisegu on homogeenne seotud mass, milles jäme täitematerjal (killustik või kruus) on tsemendimördis ühtlaselt jaotunud. Segu jääb homogeenseks, kui tema laadimine ja transportimine paigalduskohta toimub vastavate eeskirjade kohaselt. Nende eeskirjade rikkumise korral betoonisegu kihistub; raskemad osad (kruus või killustik) vajuvad põhja, segu pinnale aga tekib tsemendipiima ja vee kiht. Tsemendipiim on tsemendiosakeste segu suure veehulgaga; kivistunult on ta nõrk. Setinud mass on poorne raskelttöödeldav segu, milles tsemendipiima on liiga vähe ja mille tugevus pole suur.



Joon. 108. Betoonisegu allalaskmine 2—3 m kõrguselt

1 — renn; 2 — lehter

Kihistunud betooni ei tohi mingil juhul kohe paigaldada, vaid tuleb enne uuesti läbi segada, kuni ühtlus on täielikult taastatud.

Betoonisegu kihistub tõugete ja raputuste tõttu transportimisel ning liiga kõrgelt mahalaadimise korral. Eriti kergesti kihistuvad liiga suure veesisaldusega segud.

Et betoonisegu ei kihistuks, tuleb:

a) laadida betoonisegu rennide ja lehtrite abil mitte kõrgemalt kui 2—3 m (joon. 108); sammaste betoneerimisel lubatakse lasta betooni kuni 5 m kõrguselt, kui samba külge on vähemalt 0,4 m ja armatuuris pole ristuvaid range;

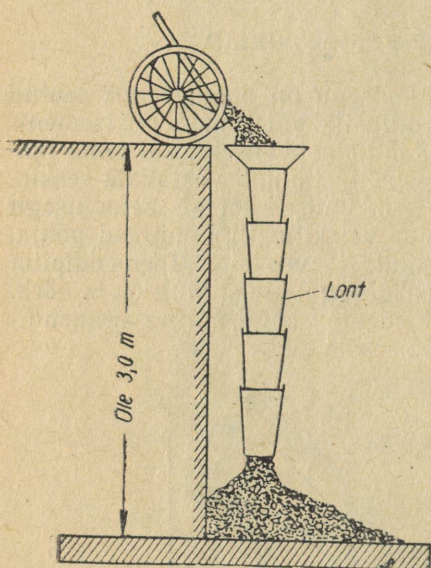
b) hoida korras teed ja roopad;

c) garanteerida laadimistel segu vertikaalne langemine;

d) transportida segu valmistuskohalt paigalduskohale võimalikult väheses arvu ümberlaadimistega;

e) lasta betoonisegu alla vertikaalse lülidest londi kaudu (joon. 109) või veidi kaldu paigutatud vibrorenni mööda (joon. 110);

f) lasta betooni suurde sügavusse (mis tihti on tarvilik hüdrotehniliste ehitiste püstitamisel) vibrolontide (joon. 111) abil; lontide ja vibrolontide alumisi otsi on lubatud kõrvale tõmmata, kui betoonisegu lastakse alla pideva vooluna, mis täidab londi kogu ristlõike, kui betoonisegu londi väljumise



Joon. 109. Lülilise londi kasutamine betoonisegu allalaskmiseks

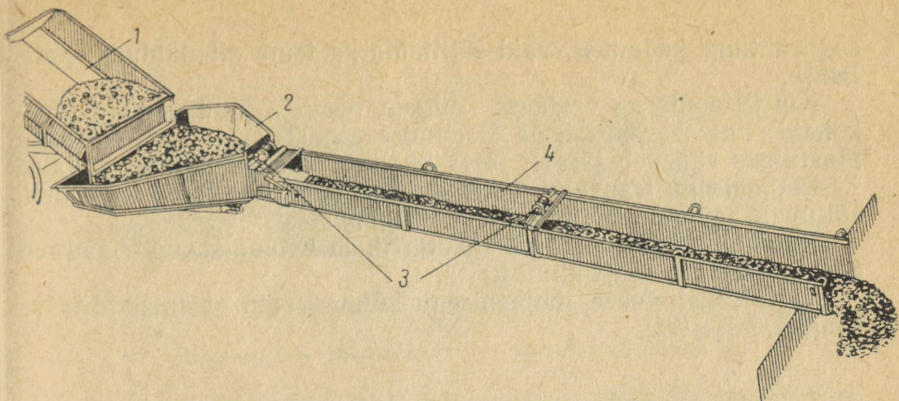
kiirus ei põhjusta kihistumist ning kui viimased kaks-kolm lüli on jäetud vertikaalasendisse;

g) vedada segu transportitaraas (auto-isekallutaja kastis, kop-pades jne.), mis ei lase tsemendipiima välja voolata; betoonisegu puitveokastiga veoautodes vedada ei tohi;

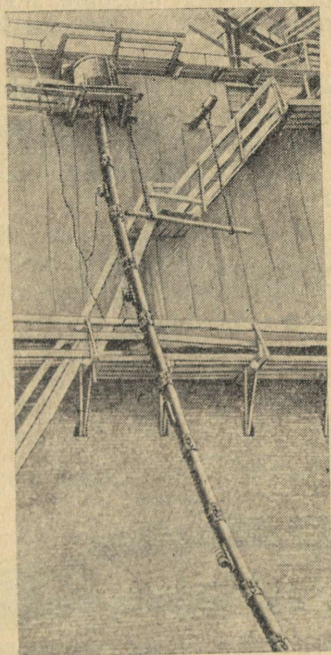
h) süstemaatiliselt puhastada autokastid ja kopad betoonisegu pritsmeist ja kivistunud osadest ning pesta neid mitte harvemini kui iga 2 tunni järel.

Kui loetletud abinõud ei aita ja betoonisegu ikka kihistub, tuleb kontrollida betoonisegu koostist.

Betoonisegu transportimisviisid peavad vältima mitte ainult



Joon. 110. Betoonisegu teisaldamine vibrorenni abil
 1 — auto; 2 — vibrotoltja; 3 — vibraator; 4 — vibrorenn 350 × 500 mm



Joon. 111. Vibrolont

segu ühtluse kadumist, vaid säilitama ka tema ettenähtud plastilisuse.

Kui betoonisegu veetakse kaugele, peab ta jõudma paigalduskohale enne tsementtaigna tardumise algust, sest tardunud segu plastilisus väheneb järsult ja ta muutub raskelt paigaldatavaks.

Betoonisegu transportimisviisid tuleb määrata iga kord eraldi, sõltuvalt betoonitööde teostamise tingimustest.

Kuusal ajal ja vihmase ilmaga tuleb betooniseguga laaditud transporditaara pealt kinni katta.

Talvel kaitstakse betoonisegu külma vastu transporditaara soojustamise teel.

2. BETOONISEGU HORISONTAALTRANSPORT

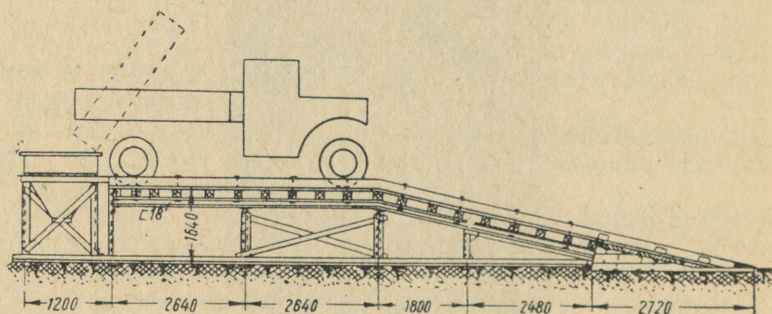
Enamasti transporditakse betoonisegu tehast paigalduskohale auto-isekallutajatega.

Paljudel suurtel ehitustel omandatud kogemused tõendavad, et betoonisegu, mille koonuse vajumine on 7—8 cm, võib vedada autodel 15—20 km kaugusele.

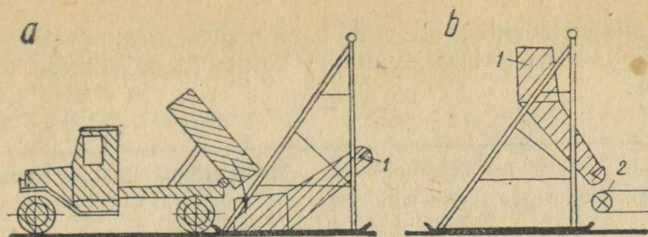
Betoonisegu tavalist transportimist lahtistel auto-isekallutajatel võib lubada ainult suhteliselt lähedale, sest kuuma ilmaga segu kuivab, vihmase ilmaga satub temasse niiskust, talvel aga jahutub ta tunduvalt.

Kui autod ei pääse betoonisegu paigalduskohale, laaditakse segu isekallutajatest betooni-tõstepunkritesse, mis on asetatud paigalduskoha lähedale; punkri juurde ehitatakse estakaad (joon. 112) autode ülesõiduks. Estakaadi ehitamist võib vältida, kasutades kummutatavat punkrit.

Sellise punkri täitmise ja tühjendamise skeem on toodud joonisel 113. Kummutatava punkri kasulik maht vastab auto-isekallutaja kasti mahule. Punker täidetakse betooniseguga ja tõstetakse



Joon. 112. Inventaarne estakaad punkrite täitmiseks auto-isekallutajatelt

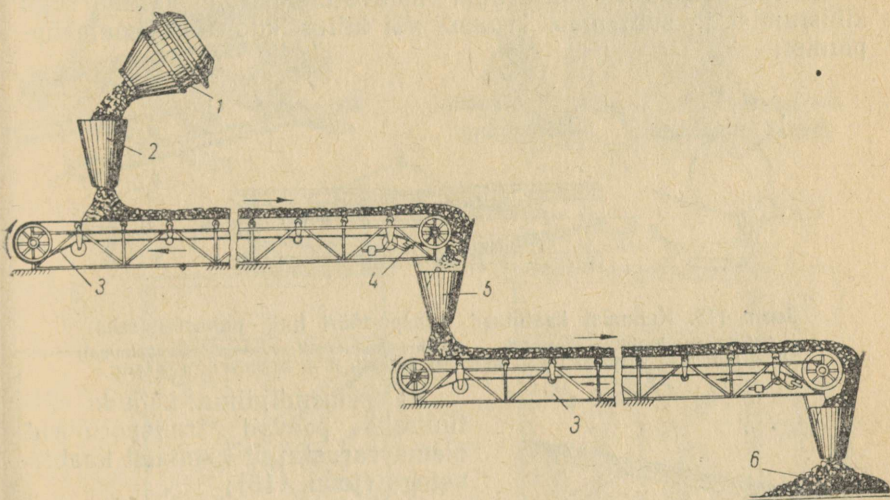


Joon. 113. Kummutatava punkri täitmise ja tühjendamise skeem

a — täitmine; *b* — tühjendamine; 1 — punker; 2 — transportöör

raamile kinnitatud vintsi abil üles. Punker tühjendatakse sektor-sulguri kaudu.

Autodega vedamise ajal tiheneb betoonisegu. Segu mahalaadimise hõlbustamiseks tuleb asetada temasse vibraator (vibraatoritest vt. X ptk.).



Joon. 114. Betoonisegu teisaldamine linttransportööriga, vahepealse ümberlaadimisega

1 — segisti trummel; 2 — punker; 3 — transportöör; 4 — kummist kaabits; 5 — lehter; 6 — paigaldatav segu

Väga sageli kasutatakse betoonisegu kaugemale vedamiseks autobetonisegisteid (vt. VIII ptk.).

Betoonisegu transportimine linttransportööridega on otstarbekohane, kui betoonitehas asub betoneeritava massiivi lähedal (100—300 m).

Lintransportööri abil võib betoonisegu transportida mitte ainult mööda horisontaali, vaid ka kaldsuunas, väikese tõusuga (tabel 23).

Tabel 23

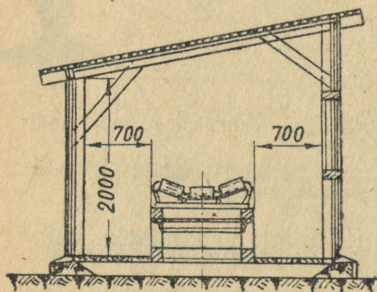
Betonisegu koonuse vajumine mm	Transportööri lindi maksimaalne kaldenurk kraadides	
	segu tõstmisel	segu allalaskmisel
kuni 40	20	12
40—80	15	10

Betonisegu teisaldamisel lintransportööridega tuleb kinni pidada järgmistest eeskirjdest:

- transportööri lint peab olema rennikujuline (joon. 116);
- lint tuleb täita punkrist või toitjast, mis tagavad segu ühtlase pealevoolamise; segu kihistumise vältimiseks peab ta olema lindil paksu kihina;
- lindi lõpus peavad asuma vastuvõtulehtrid, et vältida segu kihistumist ja suuremate kruusa- või killustikuosade eemalehüppamist;



Joon. 115. Kummist kaabitsad transportööri lindi puhastamiseks
a — kahekordse kaabitsa skeem; *b* — pöörlev kaabitsvõll; 1 — pöörlev trummel;
 2 — lint; 3 — vastukaal; 4 — kummist äärised; 5 — kaabitsad; 6 — telg



Joon. 116. Transportööri magistraalliini kaetud galerii

d) tsemendipiima kädude vältimiseks peavad transportöörid olema varustatud kummist kaabitsatega (joon. 115);

e) lindi liikumiskiirus peab olema keskmiselt 1—1,2 m/sek.; see kiirus ei põhjusta betoonisegu kihistumist;

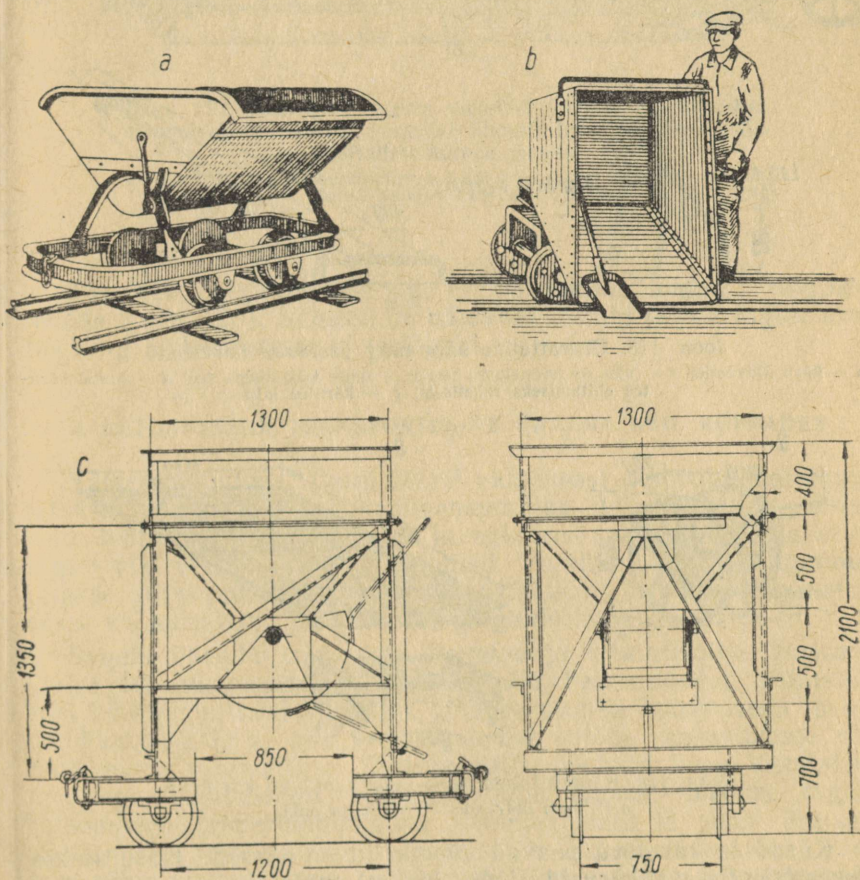
f) väljaspool hooneid asuvad magistraaltransportöörid peavad asuma galeriides või olema varustatud kaitsekateetega (joon. 116), et vältida vihma, tuule ja päikese mõju betoonisegule.

Kitsarööpmeliste vagonettidega

transporditakse betoonisegu veokauguse korral 50 kuni 500 m; seejuures veokaugusel üle 100—150 m kasutatakse hobu- või mootorvagonette.

750 mm laiuste rööpmete korral kasutatakse järgmisi vagonetti-tüüpe (joon. 117): harilikke kummutatava kastiga 0,75 m³ vagonette; kummutatavaid pöördringiga vagonette (võib pöörduda tühjendamiseks vajalikus suunas, tühjenevad kiiresti), punkervagonette (spetsiaalsete siibritega tühjendamiseks).

Betoonisegu laialipritsimise vältimiseks ei täideta vagonette tavaliselt ääreni. Et vältida vagoneti ümberkukkumist tühjendamisel, kinnitatakse ta raam spetsiaalse haakmiseseadme abil rööpa külge.

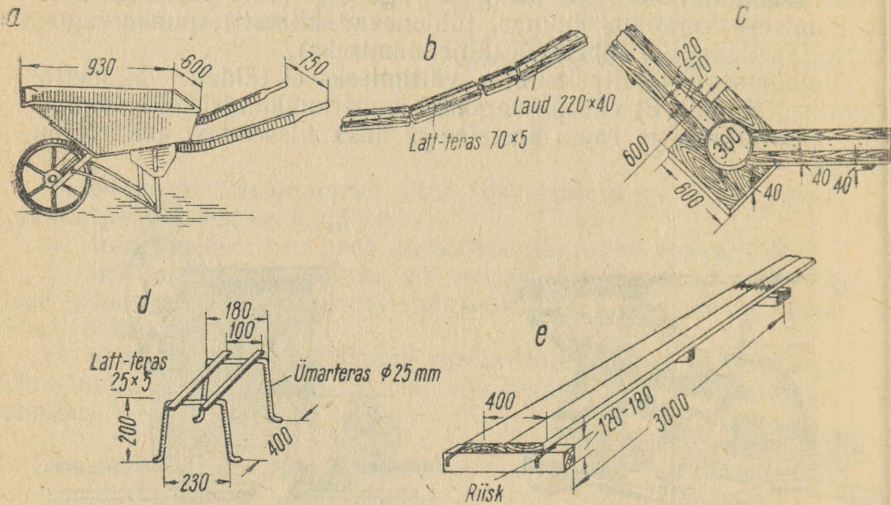


Joon. 117. Vagonetid betoonisegu transportimiseks

a — harilik kummutatav vagonett; b — kummutatav vagonett pöördringiga; c — punkervagonett

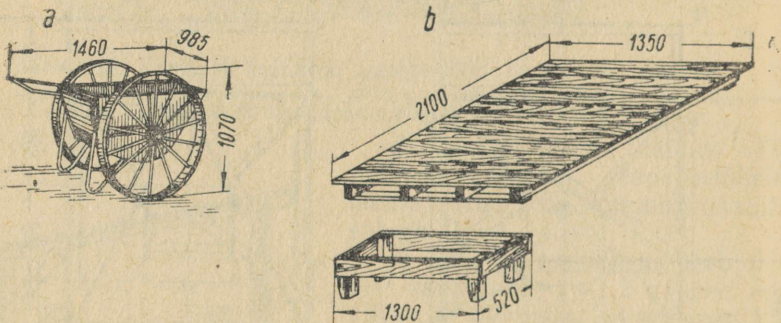
Kui raudtee kalle ületab 0,006 (iga jooksva meetri kohta 6 mm), peavad vagonetid olema varustatud pidurdusseadme ja -platvormiga.

Kärudega on lubatav betoonisegu transportida ainult tööde väikese mahu korral kuni 50 m kaugusele.



Joon. 118. Üherattaline kärü ning vastavad käruteed

a — kärü üldvaade; *b* — väikese käänakuga tee; *c* — suure käänakuga tee; *d* — pukid kärutee ehitamiseks raketisele; *e* — kärutee kilp

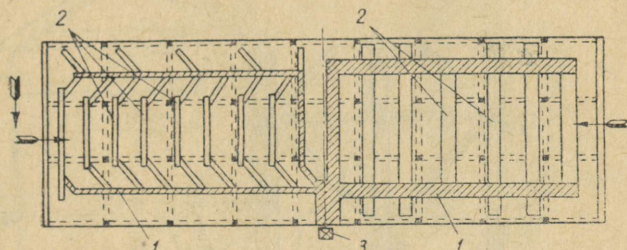


Joon. 119. Kahe rattaline kärü ning vastavad käruteed

a — kärü üldvaade; *b* — kilp ja pukk

Kärud ja käruteed peavad olema inventaarsed. Kasutatakse üherattalisi metallkärusid (joon. 118, *a*) mahuga kuni 100 l, mis mahutavad 60–80 l (kärü ei täideta ääreni), ning kahe rattalisi metallkärusid (joon. 119, *a*) mahuga 160–180 l, betoonisegu mahutavusega 110–130 l.

Üherattaliste kärude jaoks tehakse käruteed (joon. 118) inventaarsetest kilpidest, keskele naelutatud metallribadega. Käruteedel peavad olema pöörderingid (joon. 118, c). Kahe rattaliste kärude jaoks tehakse käruteed 135 cm laiustest kilpidest (joon. 119, b).



Joon. 120. Käruteede asetus vahelael kärude ringjoonelise liikumisskeemi korral (vasakul üherattaliste, paremal kahe rattaliste kärude jaoks)

1 — peatee; 2 — ümbertõstetavad lülid; 3 — tõstuk (nooltega on näidatud betoneerimise suunad)

Käruteed paigaldatakse nii, et kärutamine toimuks ringteed mööda (joon. 120). Skeemil on näidatud tõstuki ja pearingtee asetus ning ümbertõstetavad teelõigud.

3. BETOONISEGU TRANSPORTIMINE KRAANA ABIL KOPPADES

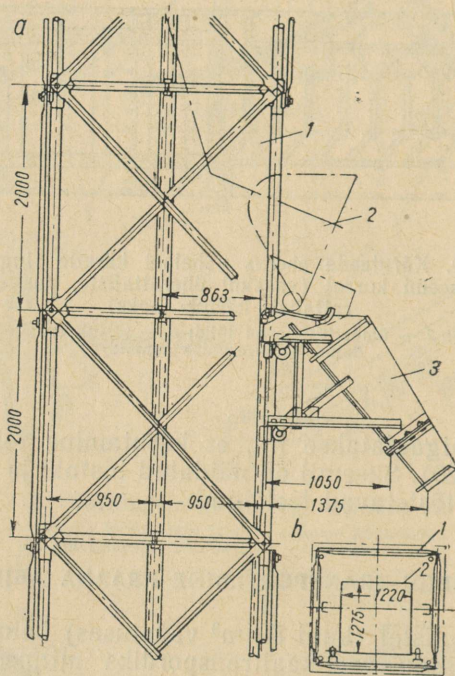
Väikesemahulistel (kuni 50 m³ vahetuses) betoonitöödel kasutatakse betoonisegu vertikaaltranspordiks mitmesuguseid tõstukeid. Joonisel 121 on kujutatud inventaarne šahttõstuk, mille kopp liigub piki vertikaalseid juhtroopaid. Vajalikul kõrgusel kummutatakse kopp punkrisse, millest betoonisegu lastakse vagonettidesse või kärudesse ja lükatakse paigalduskohale.

Sageli ühendatakse segu tõstmine ja allalaskmine horisontaalse teisaldamisega. Suuremahulistel betoonitöödel, ehitustel, eriti hüdrotehnilistel ehitustel, transporditakse betoonisegu metallkoppades, mis on paigutatud autode veokastidesse või raudteeveoplatvormidele. Ehitusplatsile jõudnud kopp tõstetakse kraanaga betoonisegu paigalduskohta. Selline meetod tagab betoonisegu ümberlaadimisteta transportimise ja tema ühtluse säilitamise. Metallkopa valmistatakse isekummutavatena avatava põhja või siibritega. Nende maht peab vastama betoonisegisti ühele või mitmele trumlitäiele.

Isekummutava 0,3 m³ mahuga kopa (joon. 122, a) külgedel on klambrid (kobad), mis takistavad tema ümberpöördumist tõst-

mise ajal. Tühjendamisel lükatakse kobad kõrvale, kopp pöörub kummuli ja tühjeneb.

Vagonetitüüpi kopp (kasuliku mahuga $0,6 \text{ m}^3$) tühjendatakse pikiava kaudu põhja all (joon. 122, b). Tühjendusava on suletud kahe sektorsulguri abil.



Joon. 121. Šahttostuk kopaga

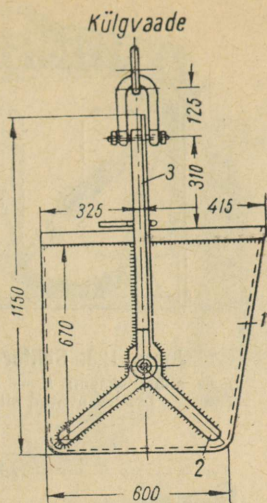
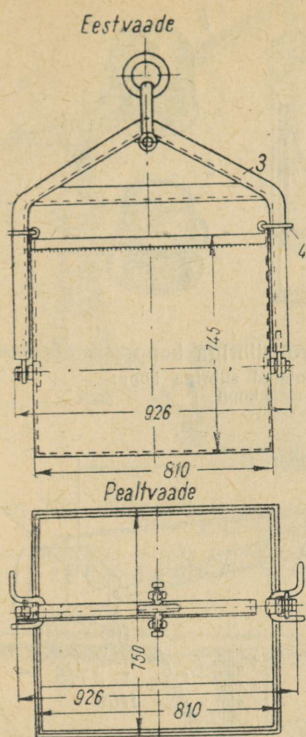
a — külgvaade; b — šahti plaan kopaga; 1 — šaht;
2 — kopp; 3 — laadimisrenn

Joonisel 123 on näidatud sektor-rullsiibriga kopp, kasuliku mahuga $1,6 \text{ m}^3$. Kopa siiber on varustatud kummitihendiga. Siibri juhuslikku avanemist tõstmise ajal takistab kaitseriiv. Kangi allatõmbamisel lükatakse riiv kõrvale ja siiber avaneb.

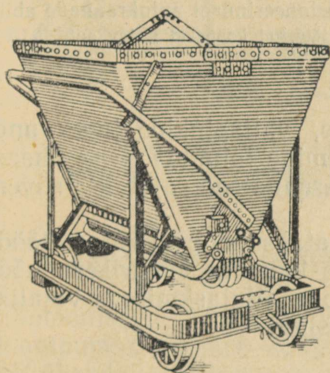
Paigalduskohale tõstetakse kopad mitmesuguste, vastava tõstejõu ja tegevusraadiusega kraanade abil.

Üksikute suurte vundamentide betoneerimisel kasutatakse autokraanaseid (joon. 124).

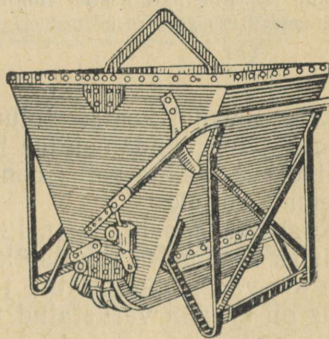
Tornkraanade kasutamine on otstarbekohane suurte betoon- ja raudbetoonmassiivide ehitamisel, mille pikkus on 100 m või enam.



a

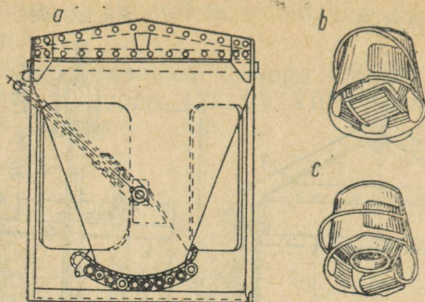


b

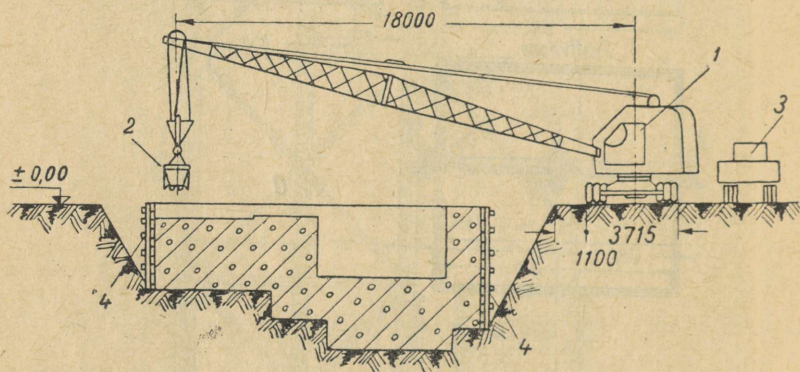


Joon. 122. Metallkopad

a — isekummutav, mahuga 0,3 m³; *b* — kopp-vagonett mahuga 0,6 m³; *1* — kopp;
2 — ribi; *3* — tõstetravers; *4* — kinnituskonks



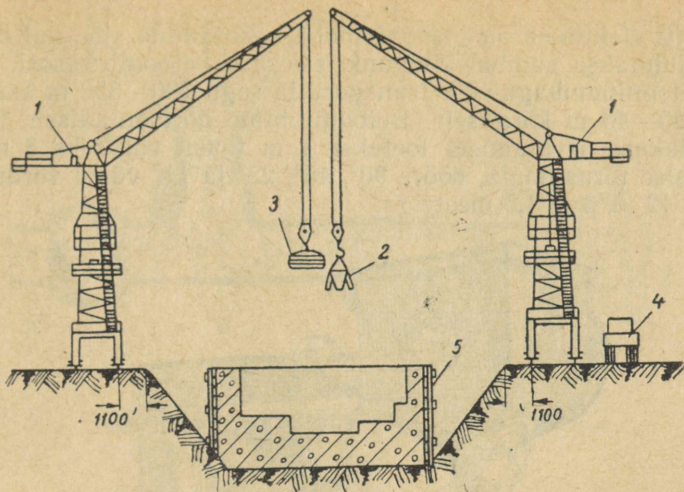
Joon. 123. Sektor-rullsiibriga kopp
a — siibri skeem; *b* — suletud siibriga kopp;
c — avatud siibriga kopp



Joon. 124. Masinate asetus vundamentide betoneerimisel autokraanade abil
1 — kraana K-102; *2* — 0,6 m³ mahuga kopp; *3* — täidetud koppasid vedav auto MJI-150;
4 — suurpaneelraketis

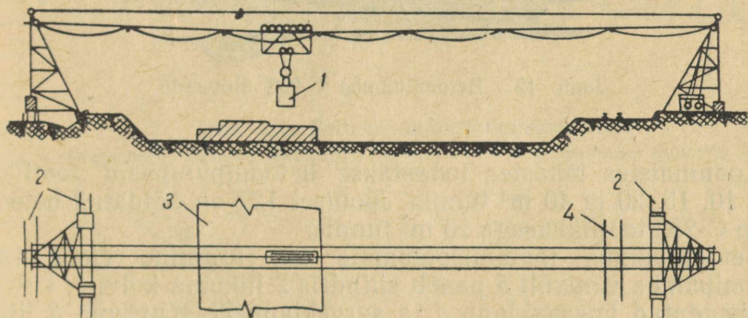
Laia süvendi korral (bluumingute, valtspinkide jms. vundamentid) võib vundamentide betoneerimine toimuda kahe üheaegselt töötava kraana abil (joon. 125). Kraanateed rajatakse süvendi mõlemale küljele.

Kaabelkraanasid (joon. 126) kasutatakse suurtel betoonitöödel. Sellistes kraanades nihutatakse kopa kandvat vankrikest mööda kahe toe vahele pingutatud trossi. Kopa allalaskmiseks vajalikus kohas on kraana varustatud tõstetrossiga.



Joon. 125. Masinate asetus vundamentide betoneerimisel tornkraanade БКСМ-3 abil

1 — lühendatud torniga tornkraana БКСМ-3; 2 — kopp mahuga 0,6 m³;
3 — armatuurikarkass; 4 — veoauto ЗИЛ-150; 5 — suurpaneelraketis



Joon. 126. Betoonisegu transport kaabelkraana abil

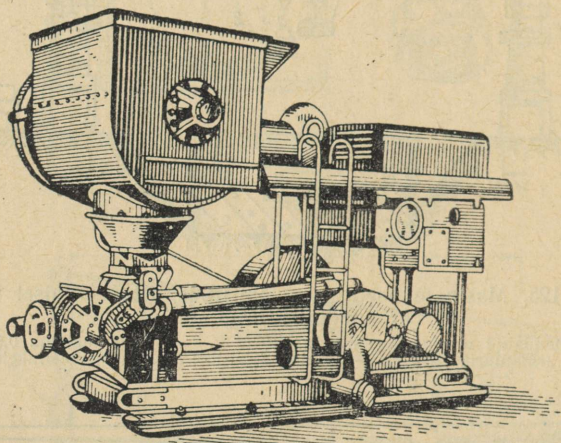
1 — kopp; 2 — kraana raudtee; 3 — betooni paigaldamise koht; 4 — raudtee kappade kohaletoomiseks

4. BETOONISEGU TRANSPORTIMINE BETOONIPUMPADEGA

Betoonisegu transportimiseks paigalduskohale kasutatakse betoonipumpasid, mis võimaldavad betoonisegu horisontaaltranspordi ühendada tõstmise ja allalaskmisega. Selline agregaat koosneb spetsiaalse konstruktsiooniga pumbast ühes betooni vastuvõtupunkriga ning torustikust segu kohalejuhtimiseks (betooni juhtmest).

Eriti efektiivne on betoonipumba kasutamine siis, kui betoonisegu juhitakse pumba täitepunktrisse otse betoonitehasest.

Betoonipumbaga võib transportida segu 300—350 m kaugusele ning 20—40 m kõrgusele. Betoonijuhtme horisontaalsele taandatud pikkuse arvutamisel loetakse 1 m tõusu võrdseks 8 m horisontaalse torustikuga, pööre 90°, 45°, 22° ja 11° võrra võrdub vastavalt 12, 6, 3 ja 1,5 meetriga.



Joon. 127. Betoonipumba C-252 üldvaade

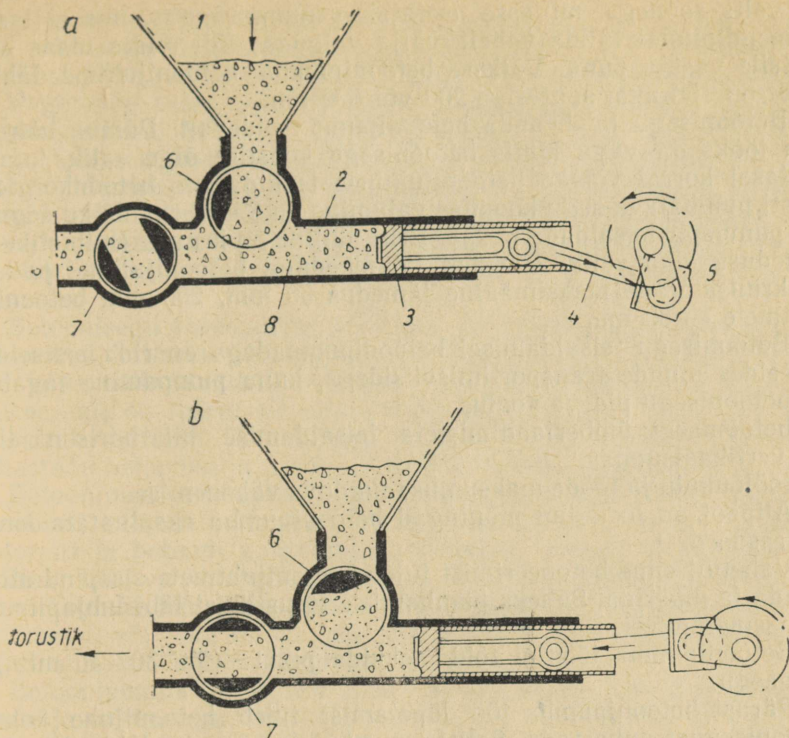
Kodumaistes tehastes toodetakse betoonipumpasid tootlikkusega 10, 15, 20 ja 40 m³ tunnis. Joonisel 127 on näidatud betoonipump C-252 tootlikkusega 20 m³ tunnis.

Betoonipumba töötamis põhimõte on järgmine (joon. 128): betoonipumba väntvõll 5 paneb silindris 2 liikuma kolvi 3; kolviga on ühendatud imemisklapp 6 ja surveklapp 7. Kui kolb 3 liigub tagasi, on klapp 6 avatud ja klapp 7 suletud ning betoonisegu 8 imetakse toitepunkrist 1 silindrisse 2. Kui kolb liigub edasi, on klapp 6 suletud ja klapp 7 avatud ning kolb surub betoonisegu betoonijuhtmesse.

Betoonipumbal, mille tootlikkus on 20 m³ tunnis, on punkris kaks segamislaba: suur, mis väldib betoonisegu plastilisuse vähenemist, ja väike, mis soodustab betoonisegu valgumist betoonipumba silindrisse.

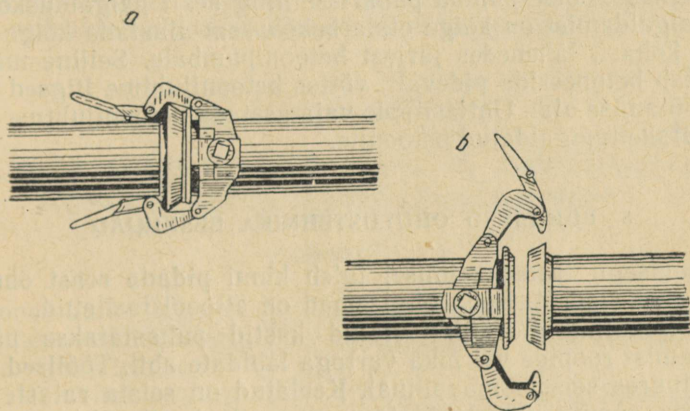
Toitepunkri kohale on asetatud vibreeriv võre, mis takistab liiga jämeda kruusa või killustiku sattumist betoonipumba.

Betoonijuhe koosneb üksikutest lülidest pikkusega 3, 2 ja 1 m ning põlvedest, mis on painutatud 90°, 45°, 22° või 11° võrra. Lülid ühendatakse omavahel kanglukuga (joon. 129). Iga lüli ühes otsas



Joon. 128. Betoonipumba töötamiskeem

a — betoonisegu imemine toitelehtrist silindrisse; *b* — betoonisegu surumine torustikku



Joon. 129. Betoonijuhtme torude ühenduslukk

a — lukk suletult; *b* — lukk avatult

on valts soonega, millesse asetatakse kummirõngas, mis ei lase tsemendipiimal lülide vahelt välja valguda; lüli teises otsas on valtsile vastav punn. Väikese betoonipumba betoonijuhtme läbimõõt on 150 mm, suurel — 200 või 300 mm.

Betoonisegu tuleb anda betoonipumpa pidevalt. Pumba häireteta tööks on väga tähtis betoonisegu koostise õige valik, kuna vastasel korral võivad betoonijuhtmes tekkida nn. betoonkorgid. Hästi pumbatava segu koonuse vajumine on 8—12 cm. Jäiku segu- sid pumbaga teisaldada ei saa. Eriti oluline on kruusa (killustiku) jämeduse õige valik. 150 mm läbimõõduga betoonijuhtme jaoks on kruusaterade maksimaalne jämedus 50 mm, 200 mm betooni- juhtmele — 80 mm.

Betoonisegu teisaldamisel betoonipumpadega on rida eeliseid, võrreldes muude transportimisviisidega, kuna pumpamine tagab: betoonisegu pideva voolu,

betoonisegu ümberlaadimisteta teisaldamise nii horisontaal- kui vertikaalsuunas,

tööjõukulu ja tööde maksumuse tunduva vähenemise.

Allpool on loetletud mõningad betoonipumba ekspluatatsiooni iseärasused.

Vahetult enne betoneerimist tuleb betoonijuhtmete sisepind niisutada ja määrida. Selleks pumbatakse torustikust läbi lubjapiima või tsementmörti.

Betoonipumba töös ei tohi tekkida pikki (üle 30—40 min.) vaheaegu.

Pärast betoonipumba töö lõpetamist tuleb betoonijuhe kohe betoonisegust puhastada. Selleks pumbatakse temast läbi vett või kasutatakse muid vahendeid. Samuti tuleb torustik puhastada siis, kui betoonisegu andmises tekib vaheaeg kestusega üle ühe tunni.

Betoonipumba kasutamine on eriti efektiivne, kui segu antakse betoonitehasest otse pumba punkrisse ning sealt paigalduskohale. Segu paigaldamist on kõige otstarbekohasem alustada kõige kaugemast kohast, lähenedes järjest betoonipumbale. Selline meetod võimaldab betoneerida pidevalt, võttes betoonijuhtme liigsed lülid maha töötamise ajal. Ühtlasi pole vaja asetada betoonijuhtme tugi- poste värskelt paigaldatud betoonile.

5. PÕHILISED OHUTUSTEHNICA EESKIRJAD

Betoonisegu transportimisel tuleb kinni pidada reast ohustus- tehnika eeskirjadest. Neist olulisemad on allpool loetletud.

Auto-isekallutajate ülestõstetud kastid puhastatakse pärast tühjendamist roopide või pika varrega labidate abil. Töölised pea- vad seejuures seisma maapinnal. Keelatud on seista ratastel või autokastis, samuti lüüa labidatega alt vastu kasti põhja.

Betoonisegu lintransporditööd tuleb piirata äärelaudadega

ning mootorid katta metallkatete või võredega. Transportööri ei tohi puhastada tema töötamise ajal. Rulle, linti ja teisi transportööri osi tohib remontida ainult siis, kui transportöör on peatatud.

Vagonette tuleb tühjendamisel kummutada endast eemale. Vagonette tohib pidurdada ainult pidurite abil, mille korrasolekut tuleb süstemaatiliselt kontrollida. Töölised tohivad vagonetil sõita ainult pidurdusplatvormil. Pöörderingidel ja harunemiskohtadel ei tohi vagonettide liikumiskiirus ületada 5 km/h, langustel — 6 km/h. Samas suunas liikuvate vagonettide vahekaugus ei tohi olla horisontaalsetel teelõikudel alla 20 m ning kallakutel — alla 30 m.

Betoonisegu transportimisel koppades kraana abil peab olema fikseeritud kaitsetsoon kraana tegevusraadiuse ulatuses. Et vältida kopa vallandumist tõstmise ajal, tuleb kasutada ohutuid konkse, mis on suletavad riivi või karabiinlukuga.

Käruiteid tuleb betoonisegu transportimisel süstemaatiliselt puhastada betoonist ja prahist, talvel ka lumest ja jääst.

Betoonipumba torustik tuleb pärast montaaži kontrollida hüdrauiliselt vähemalt 30 atü rõhu all. Betoonipumpa teenindava motoristi ja betooni paigaldajate töökohad peavad olema seotud kindlalt töötava (valgus-, heli- või telefon-) signalisatsiooniga. Betoonipumba töötamise ajal ei tohi torkida segu vastuvõtupunkri suudmesse või teda ummistuse korral lahti lüüa. Seda võib teha ainult siis, kui betoonipump on peatatud.

Betoonipumba pöörlevad osad peavad olema kaitstud metallkatete ja -võrkudega. Betoonipumba töös ei tohi tekkida vaheaegu: see põhjustab korkide tekkimist betoonijuhtmes ja avariisid. Betoonijuhtmete pneumaatiline puhastamine toimub kuni 15 atü rõhu all, mida järk-järgult vähendatakse (vastavalt betoonijuhtme tühjenemisele) kuni atmosfäärirõhuni. Betoonijuhtme puhastamise ajaks seatakse tema väljumisava ette kallak kaitsegrim. Töölised peavad sellest eemalduma vähemalt 10 m kaugusele.

X p e a t ü k k

BETONISEGU PAIGALDAMINE JA TIHENDAMINE MONOLIITSETES KONSTRUKTSIOONIDES

1. RAKETIS

Betoneerimine koosneb betoonisegu paigaldamisest raketisse, tema tihendamisest ning paigaldatud segu raketisega katmata pindade viimistlemisest.

Raketis annab betoonisegule nõutava vormi ning kannab koostugipostidega tema raskust kuni betooni kivistumiseni. Ühtlasi kannab raketis kogu koormust, mis tekib betoneerimisprotsessis.

Raketisefööd on raudbetoonitööde kompleksis kõige töömahukamad; nendele kulub 50—60% kogu tööjõukulust. Raketised valmistatakse tavaliselt puidust, nende maksumus moodustab tööstusehituses umbes 20—30% kõigi raudbetoonitööde maksumusest. 1 m³ raudbetooni kohta kulutatakse 0,34 kuni 0,46 m³ puitmaterjali (ilma tugiposte arvestamata). Puidu säästmiseks tuleb suurendada raketiste ringlust, kasutades tema elemente korduvalt.

Hüdrotehnilistel ehitustel massiivsete konstruktsioonide betoneerimisel kasutatakse raketisteks varem valmistatud raudbetoonist koorikplaate, mis jäävad pärast betoneerimist paigale ning kuuluvad põhikonstruktsiooni hulka.

Raketist võib valmistada ka veekindlast vineerist, mis ei tohi betoonisegu niiskuse mõjul lahti kihistuda.

Sõltuvalt konstruktsioonist jaotatakse raketised liikideks: ripuv, roniv, tõstetav, inventaarne teisaldatav ja edasinihutatav.

Raketis ja teda toetavad konstruktsioonid peavad vastama järgmistele tingimustele:

a) olema jäigad, geomeetriliselt muutumatu kujuga ja küllalt tugevad;

b) taluma paigaldatud betoonisegu kaalu ja külgsurvet ning muid tööde teostamisel tekkivaid koormusi;

c) tagama ehitise õige kuju ja mõõted ning ehituse osade õige vastastikuse asendi;

d) olema lahtivõetavad ilma põrutusteta, mis võivad betooni üle koormata; selleks asetatakse postid ja muud raketisi toetavad elemendid kiiludele, tungraudadele, liivaga täidetud silindritesse jne.

Inventaarne teisaldatav raketise näitena vaatleme sammastele toetuva ribidega raudbetoonvahelae raketist. See koosneb plaadi, sammaste, peatalade ja abitalade raketistest. Plaadi raketise inventaarsed kilbid toetatakse serviti asetatud põiklaudadele, mida nimetatakse raketise parteks. Parred toetuvad tugilauale, mis on kinnitatud talade küljekilpide põnade külge. Betoonisegu koormus kantakse plaadi raketiselt üle raketise partele, nende kaudu parte tugilaudadele ning siit omakorda postidele ja nende kaudu maapinnale. Partele naelutatakse friisilauad, mis moodustavad raami plaadi raketise kilpide jaoks.

Talade raketis koosneb kahest küljekilbist ja ühest põhjakilbist, mis toetuvad postidele. Talade põhjakilbid tehakse tavaliselt paksematest laudadest (40—50 mm). Küljekilbid tuleb kindlalt kinnitada.

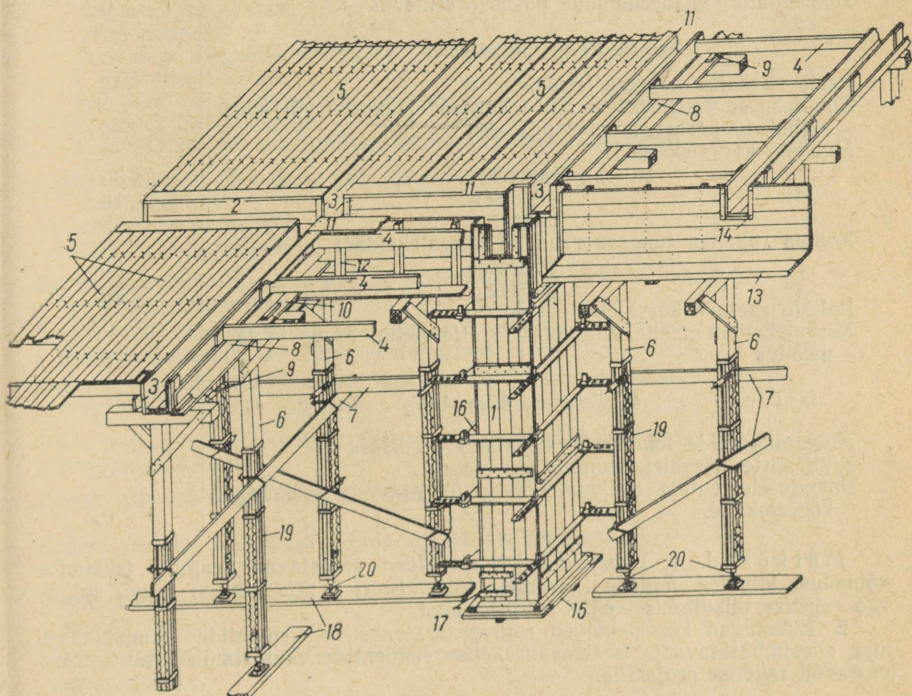
Peatala raketise küljekilp erineb tala küljekilbist selle poolest, et temasse tehakse sisselõiked, mis ääristatakse lattidega, milledele toetuvad talade raketised. Peatala raketise kilbid toetuvad otstega lattidele, mis piiravad ava samba raketises.

Sammaste ristlõige võib olla mitmesuguse kujuga — ümmargune, hulknurkne või (kõige sagedamini) ristkülikuline. Ristküli-

kukujulise ristlõikega samba raketis koosneb neljast kilbist, mis ühendatakse rangidega — täisnurksete raamidega, mis võtavad vastu paigaldatava betoonisegu külgsurve. Rangide mõõted ja nende vahekaugus tuleb arvutada. Rangid võivad olla puidust või metallist. Samba raketise kilpide ülemises osas on lattidega ääristatud väljalõiked. Neisse, nagu ülal kirjeldatud, toetatakse talade raketise kilbid. Ühe küljekilbi alumisse äärde tehakse väike auk, mille kaudu enne betoneerimist eemaldatakse raketisse sattunud laastud ja praht ning mis pärast seda kinni tehakse.

Raketist toetav konstruktsioon koosneb enamasti tugipeadega postidest, mis on asetatud talade ja peatalade alla. Postid võivad olla lihtsad või inventaarsed reguleeritavad, nagu on näidatud joon. 130. Jäikuse andmiseks ühendatakse postid kahes ristsuunas — diagonaalide ja sidelaudade (nn. jäikursidemete) abil.

Raketise detailid valmistatakse vastavas töökojas või tehases tsentraliseeritud korras. Mõnikord monteeritakse raketis varem



Joon. 130. Ribalise vahelae raketis

1 — samba raketis; 2 — peatala raketis; 3 — tala raketis; 4 — parred; 5 — plaadi raketis; 6 — tugipea; 7 — jäikursidemed; 8 — parte tugilaud; 9 ja 10 — tugilaua alusklotsid; 11 — friisilaud; 12 — peatala raketise küljekilbi pöönad; 13 — peatala põhjakilp; 14 — tala raketist toetavad liistud peatala raketise küljekilbis; 15 — samba raketise alusraam; 16 — samba rang (inventaarne); 17 — puhastusava; 18 — aluslaag; 19 — reguleeritav raketise post; 20 — tungraud posti all

koostatud plokkidest, mis paigaldatakse kraana abil. Tihti asetatakse raketise valmistuskohal plokki ka armatuur ning ehitusel paigaldatakse juba valmis raketise ga armatuuriplokk.

Raketise mõõted peavad vastama konstruktsiooni mõõdetele. Valmis raketise mõõdete kõrvalekalded projektikohastest ei tohi ületada tabelis 24 toodud suurusi.

Tabel 24

Raketise mõõdete lubatavad kõrvalekalded

K õ rva l e k al d e nimetus	Lubatav k õ rva l e k alle mm
<i>A. Inventaarne teisaldatav puitraketis ja tema tugistus</i>	
Kilpide pikkuse ja laiuse k õ rva l e k alle projektikohastest	5
H õ õveldamata naaberlaudade paksuse erinevus	2
Kilbi laudadevaheliste pragude laius	2
H õ õveldatud naaberlaudade paksuse erinevus	0
<i>B. Roniv puitraketis</i>	
Parte ristl õ ike m õ õdete k õ rva l e k alle	10
Ebat ä psused t ä isnurksete parte k ü lgede pikkuses v õ i k õ verjooneliste parte raadiuse pikkuses	3
M õ õdete k õ rva l e k al d ed:	
laiuses	30
pikkuses	10
paksuses	3
Roniva raketise tungraur a amide k õ rva l e k al d ed:	
k õ rguses	30
laiuses	20
Poltide asetuse k õ rva l e k alle s i ssel õ igetes	5
K õ rva l e k al d ed naelte ning poltide etten ä htud arvus ja l ä bi m õ õ du s	0
<i>C. Terasest kilpraketis</i>	
Kilbi pikkuse ja laiuse k õ rva l e k alle 1 jm kohta	2
Kilbi ä arte k õ rva l e k al d um i ne sirgjoonest	0,5
Ühenduselementide (kiilude, poltide jne.) avade asukohtade k õ rva l e k alle	0,5

Märkused. 1. Lubatavad kõrvalekalded arvestavad pragude tekkimise võimalust kilpides laudade kuivamise tõttu. Kuni 2 mm laiused praod sulguvad raketise niisutamisel enne betoneerimist.

2. Lubatavad kõrvalekalded roniva terasraketise elementide valmistamisel ning edasinihutitava ja tõstetava raketise elementide valmistamisel tuleb võtta vastavalt raketise projektile.

Projekti nõuetele vastava konstruktsiooni saamiseks ei piisa ainult ülaltoodud lubatavatest kõrvalekaldetest (tabel 24) kinnipidamisest; arvestada tuleb veel rida nõudeid raketise ja toestiku paigutamise kohta.

Kõik tugiosad tuleb asetada kindlale alusele küllaldase tugipinna, et vältida betoneeritud konstruktsiooni lubamatut vajumist.

Tabel 25

Raketise elementide vahekauguste lubatavad kõrvalekalded

Kõrvalekalde nimetus	Kõrvalekalde suurus mm
Kõrvalekalded painutatavate raketise-elementide tugede vahekaugustes ja jäikursidemete vahekaugustes, võrreldes projektikohastega:	
1 m pikkuse kohta	25
kogu ava kohta	75
Raketise vertikaalpindade ja nende lõikejoonte kõrvalekaldumised vertikaalist:	
1 m kõrguse kohta	5
kogu kõrguse kohta:	
vundamentidel	20
kuni 5 m kõrgustel seintel ja sammastel, mis kannavad monoliitset vahelage	10
üle 5 m kõrgustel seintel ja sammastel, mis kannavad monoliitset vahelage	15
kraanatalade või sidetaladega ühendatud sõrestikupostidel	10
Raketise telgede nihkumine projektikohasest asendist:	
vundamentidel	15
seintel ja sammastel	8
taladel ja peataladel	10
Roniva, edasinihutatava ja tõstetava raketise telgede kõrvalekaldumine ehituse teljest	10
Raketise ristlõike sisemiste mõõdete ja seinte raketise sise-pindade vahekauguse kõrvalekaldumised projektikohast	{ +5 -0
Raketise plaatide maksimaalsed kohalikud ebatasasused, mõõdetuna 2 m pikkuse lati abil	3
Parte pealispinna või roniva raketise pinna kõrvalekaldumine horisontaalpinnast	10
Roniva raketise seinte koonilisuse kõrvalekalle	{ +3 -0
Roniva raketise tõstetungraudade (džekkide) kõrguste erinevus	5
Roniva raketise tungraudade telgede kõrvalekaldumine vertikaalist	0
Roniva raketise tungraudade telgede nihkumine seinte telgede suhtes	2
Kõrvalekaldumised roniva raketise tungraudade paigutuses:	
vormi väliskontuuril	30
vormi sisekontuuril	60

4 m või suurema kandevaga vahelagede raudbetoonalade ja -peatalade raketisele tuleb kandeva keskel anda ehitustõus¹ 3 mm tala 1 m pikkuse kohta.

Raketise ja toestike paigaldamisel tuleb kinni pidada raketise asetuse ja möödete kohta püstitatud nõuetest. Kõrvalekaldumisi võib lubada tabelis 25 näidatud ulatuses.

2. ETTEVALMISTUSTÖÖD BETONEERIMISEKS

Enne kui asuda betooni paigaldamisele, tuleb raketis ja toestik hoolikalt üle vaadata. Seejuures tuleb kontrollida:

a) kas raketise ja toestike möödete kõrvalekaldumised jäävad tabelis 25 toodud piiridesse;

b) kas tugipostid on kindlalt kinnitatud, kas on nende all kiilud (mittereguleeritavail postidel) ning kas kiilud on tihedalt kinni löödud;

c) kas raketise ja toestiku kinnituselemendid (jäikursidemed, rangid jne.) on küllalt tugevad ning kas nende arv on küllaldane;

d) kas pole raketises pilusid, mille kaudu tsemendipiim võiks välja voolata; pärast puitraketise veega ülevalamist tuleb lahtijäänud pilud puidutükkidega sulgeda, metallraketises olevad pilud kinni määrida savi, kipsi, vms. materjaliga.

Kõik raketise ja toestiku defektid tuleb kõrvaldada enne betoonisegu paigaldamist.

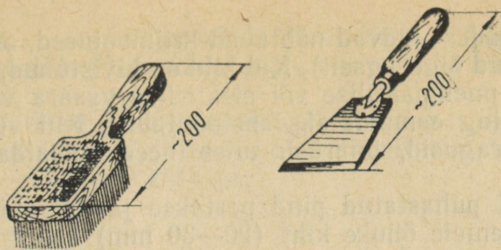
Peatalade, talade, plaatide ja sambapõhjade raketised tuleb puhastada laastudest ja prahist, kuna need võivad tekitada betoonis tühemikke. Kui ehitusplatsil on olemas kompressor, on raketist kõige hõlpsam puhastada, puhudes ta kummivooliku abil suruõhuga üle.

Enne betoonisegu paigaldamist tuleb kontrollida armatuurivaraste puhtust. Kui varrastel leidub roostet või mustust, mis võib takistada betooni normaalset nakkumist armatuuriga, tuleb nad puhastada metallharja või kaabitsaga.

Kontrollitakse ka armatuuri asetuse õigsust, varraste vahekaugusi ja raketise ning armatuuri vahekaugust (betoonkaitsekihi paksust). Kohtadesse, kus armatuur toetub vahetult raketisele, tuleb asetada alusklotsid. Tuleb kontrollida ankrupoltide ja avade jätmiseks sissebetoneeritavate raamide ja korkide asetust.

Kui raketis ja armatuur on kontrollitud, valatakse puitraketis veega üle. Seejuures imeb puitraketis endasse vett ja paisub, kus-

¹ Ehitustõus antakse talade raketisele selleks, et pärast raketise ja toestiku vältimatut vajumist värskeltpaigaldatud betoonisegu raskuse mõjul ning konstruktsiooni enda paindumisest koormuse mõjul oleks konstruktsiooni alumine pind horisontaalne, ilma allavajunud kumeruseta. Ehitustõusu suurus on määratud projektis või tööde teostamise tehnilistes tingimustes.



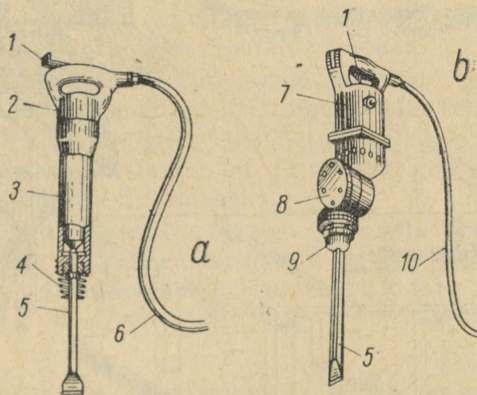
Joon. 131. Hari ja kaabits armatuuri puhastamiseks

juures kõik väikesed praod kaovad. Veega ülevalatud puitraketis ei ime endasse vett paigaldatud betoonisegust.

Enne betoneerimise algust kontrollitakse ka tõste-transportiseadmete tehnilist valmisolekut betoneerimistöode lõigus.

Mahukaid monoliitseid (s. o. ehituskohal valmistatavaid) raudbetoneeritisi ei saa betoneerida ühekorruga (ilma vaheajata), seetõttu tuleb töö vahel katkestada (ööks, puhkepäevaks, raketiste teisaldamise ajaks jne.). Betoneerimise katkestamise kohtadel tekiavad töövuugid (varempaigaldatud ja uue betooni liitekohad). Pidevalt betoneeritakse ainult sellised ehitised, mis peavad olema eriti tihedad või vettpidavad (näiteks reservuaarid).

Vaheaegadega betoneeritava ehitise juures tuleb ehitise tugevuse ja monoliitsuse huvides tagada värske betooni hea nakkumine varempaigaldatuga, nii et liitekohta tugevus ei erineks ülejäänud betooni tugevusest. Selleks puhastatakse pärast vaheaega töövuugid prahist ning neile tekkinud tsemendikilest. Kui kile on kuivanud, kuid veel mitte kivistunud, eemaldatakse ta traathar-



Joon. 132. Mehaanilised vasarad

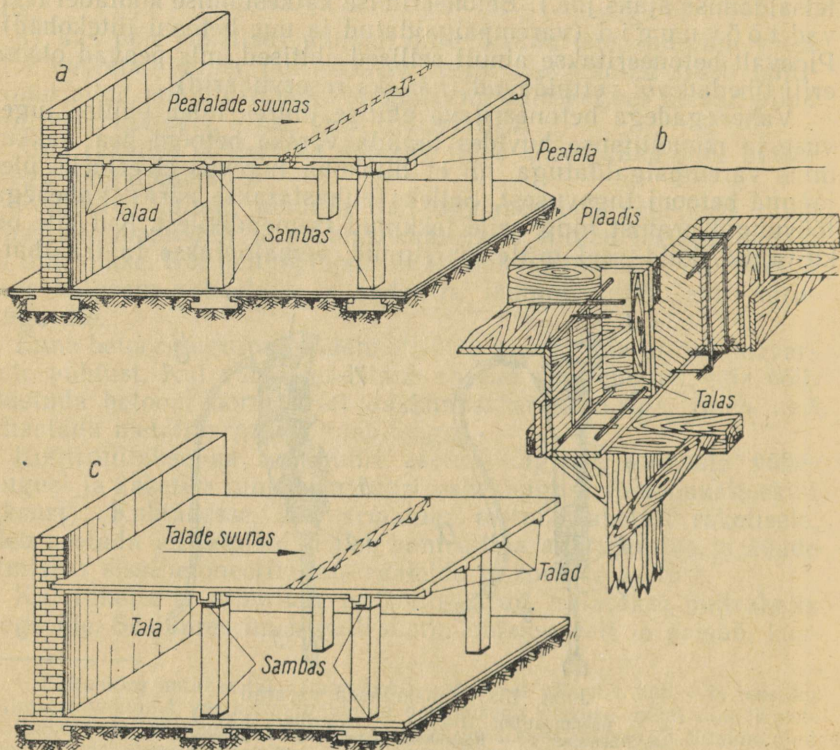
a — pneumaatiline II-46; *b* — elektriline II-33; 1 — käivitusnupp; 2 — käepideme korpus; 3 — toru; 4 — vedru; 5 — vahetatav tööriist; 6 — voolik kompressorist; 7 — elektrimootor; 8 — reduktor; 9 — hoide-seade; 10 — kaabel

jaga (kui harjast jäävad nähtavad kriimustused, on kile eemaldamist alustatud õigeaegselt). Kui kile on kivistunud, täksitakse töövuugi pind pneumaatilise või elektrilise vasara või peitli (joon. 132) abil ning eemaldatakse betoonipuru. Kui vuugi pinnal on kihistusi, pragusid, õnarusi, tuleb need eemaldada kuni tiheda betoonini.

Töövuugi puhastatud pind pestakse ja kuivatatakse. Seejärel asetatakse temale õhuke kiht (20—30 mm) sama koostisega tsemmentmörti kui on betoonisegus; see annab parema nakkumise vana ja uue betooni vahel. Seejuures tuleb silmas pidada, et töövuugi ja armatuurivarraste pinda ei tohi niisutada tsemendipiimaga, kuna kile tekkimise tõttu halveneks värskel betoonil nakkumine vana betooniga ning armatuuriterasega.

Töövuugi moodustamiseks asetatakse talade katkestuskohtadesse vertikaalsed puitkilbid sisselõigetega armatuuri jaoks, plaatide katkestuskohtadesse — plaadi paksusele vastava kõrgusega latid.

Töövuugid peavad asetsema:



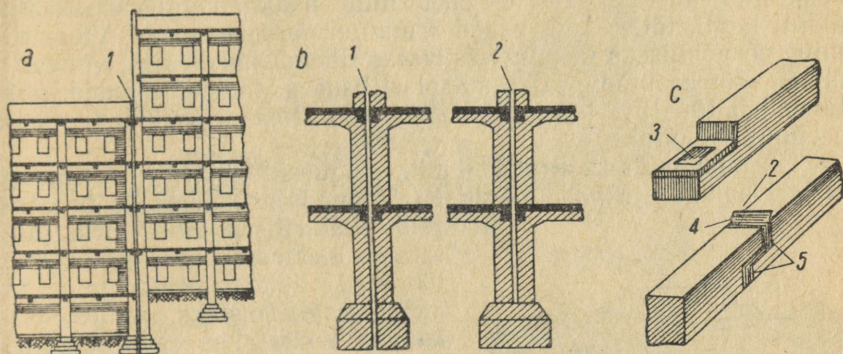
Joon. 133. Töövuukide asukohad

a — peatalas, sambas; b — talades; c — plaadis

a) sammastes — vundamentide pealispinna kõrgusel, talade või kraanakonsoolide all, kraanatalade pealispinna kõrgusel, seenlae kapiteeli all;

b) suurtes talades — 20—30 mm allpool plaadi alumist pinda;

c) tasapinnalistes plaatides — ükskõik millises kohas, paralleelselt plaadi väiksema küljega;



Joon. 134. Temperatuuri- ja vajumisvuugid

a — erinevate hoonesade vahel; b — sambas; c — konsooli jätkukohas; 1 — vajumisvuuk; 2 — temperatuurivuuk; 3 — terasest tugiplaat; 4 — tõrvapapp; 5 — puidust vaheklots

d) ribidega vahelagedes, betoneerimisel ribidega paralleelses suunas — ribide kandeava keskmises kolmandikus; betoneerimisel ribidega ristavas (peataladega paralleelses) suunas — peatalade ja plaadi kandeava kahes keskmises veerandis;

e) karniisides, kaartes, võlvides, reservuaarides ja keerukais konstruktsioonides — projektis ettenähtud kohas.

Joonisel 133 on näidatud töövuukide asukohad peatalas, ribis, sambas ja plaadis ning seadised töövuugi moodustamiseks.

Betoneerimise ettevalmistustööde kõigi eeskirjade hoolikas täitmine on kõrgekvaliteediliste betoon- ja raudbetonehitiste valmistamise üheks peamiseks tingimuseks.

Et vältida pragusid suurtes betoon- ja raudbetonehitistes betooni mahukahanemise, temperatuurimuutude ja vundamentide ebaühtlase vajumise tõttu, jäetakse neisse nn. t e m p e r a t u u r i - j a v a j u m i s v u u g i d (joon. 134).

3. BETONISEGU PAIGALDAMINE JA VIBREERIMINE

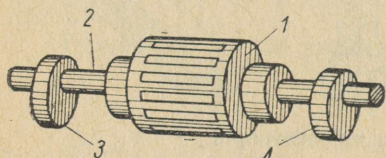
Betoonisegu veetakse mitmesugustel transpordivahenditel betoonitehasest ehitusplatsile ja paigaldatakse selleks ettevalmistatud raketisesse.

Paigaldamisel ei tohi betoonisegu kihistuda; armatuuri asetus ning kaitsekihi paksus ei tohi muutuda.

Betoonisegu tuleb paigaldada pidevalt. Katkestada tohib betoneerimist ainult seal, kuhu on lubatud teha töövuuki. Paigaldatud betoonisegu tihendatakse vibraatorite abil. Tihendamise kvaliteedist sõltuvad betooni tugevus, veetihedus ja kestvus.

Vibreerimise olemus seisneb selles, et vibreerimisel betoonisegu osakeste vaheline seos väheneb ning betoon valgub omakaalu mõjul laiali, täites kõik vahed armatuurivarraste vahel. Vibreerimine on põhiliseks ja progressiivseks tihendusmeetodiks; vibreerimisel võib kasutada väiksema plastilisusega betoonisegusid, mis tähendab 10—15% tsemendi kokkuhoidu, ilma et betooni tugevus seejuures muutuks.

Tihendamiseks kasutatakse mitmesuguseid elektrilisi (töötavad elektrivooluga) ja pneumaatilisi (töötavad suruõhuga) vibraatoreid. Elektrilised vibraatorid jaotatakse elektromehaanilisteks, mis töötavad elektrimootoriga, ja elektromagnetilisteks, milles võnkumine tekitatakse elektromagnetiga.



Joon. 135. Elektromehaanilise vibraatori skeem

1 — elektrimootor; 2 — võlli; 3 ja 4 — ekstsentrivid

Elektromehaanilised vibraatorid on töös kindlamad ja on betoonitööl laialt levinud. Sellise vibraatori (joon. 135) põhiliseks osaks on elektrimootor, mille võlli otstele on ekstsentriliselt kinnitatud koormused — ekstsentrivid.

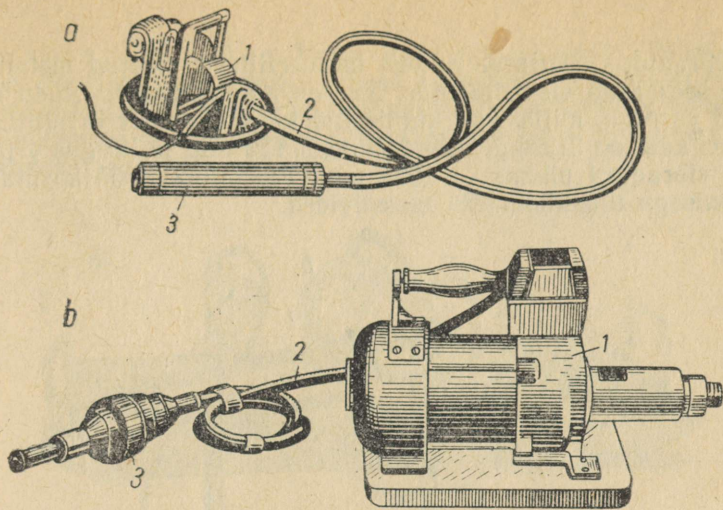
Võlli pöörlemisel panevad ekstsentrivid ta võnkuma. Võlli pöörlemiskiirus ulatub mõnedel vibraatoritüüpidel 7000 pöördeni minutis ja isegi üle selle.

Betoonisegu tihendamiseks kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga vibraatoreid: sisevibraatoreid, mis lastakse otse betoonisegusse; pindvibraatoreid, mis asetatakse betoonisegu pinnale; välimisi vibraatoreid, mis kinnitatakse raketisele ja tihendavad betoonisegu raketise väristamise teel.

Sisevibreerimine on kõige tõhusam ja tagab segu hea tihendamise.

Kõige levinum ja kohasem sisevibraator on elektrivibraator И-21 (joon. 136, a). Selles asub elektrimootor pika painduva võlli ühes otsas, ekstsentrivid — teises otsas. Kattesse suletud ekstsentrivid (nui) on vibraatori tööosaks. Painduva võlli pikkus on 3,72 m. Vibraatori võnkesagedus on ligikaudu 7000 võnget minutis. Vibraatoril on kaks vahetatavat nuiat läbimõõtudega vastavalt 51 ja 76 m. Vibraatori kaal koos suurema nuiaga on 39 kg; väikesega — 33 kg.

Käesoleval ajal toodetakse Jaroslavl'i tehases «Krasnõi Majak»



Joon. 136. Painduva võlliga sisevibraatorid

a — vibraator II-21; *b* — vibraator II-116; 1 — elektrimootor; 2 — painduv võll; 3 — tihendusnui ekstsentriskuga

veel täiuslikumaid laagriteta painduva võlliga kõrgsagedusvibraatoreid II-116 (joon. 136, *b*). See on, nagu ka vibraator II-21, kantav tööriist, mis koosneb metallalusele kinnitatud elektrimootorist ja reduktorist ning painduvast võllist, mis annab pöörlemise edasi vahetatavale vibronuiale (väikesele — \varnothing 51 mm, või suurele — \varnothing 76 mm). Võngete arv minutis suurema nuiaga töötamisel on 10 000, väiksemaga — 14 000, vibraatori kaal vastavalt 32 või 27,9 kg. Elektrimootori võimsus on 1 kW.

Vibraatorite II-21 ja II-116 paremuseks on, et töölistel tuleb tihti ümber tõsta ainult nui, mootorit tuleb teisaldada tundvalt harvemini.

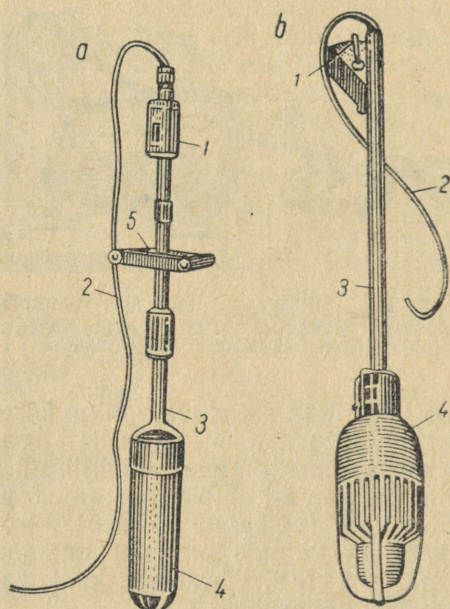
Painduva võlliga vibraatoritega tihendatakse betoonisegu väikestes massiivides, talades, peatalades, ristuvate rangidega sammastes ning tihedalt armeeritud ja raskesti ligipäsetavais kohtades.

Suuremal osal muutübilistest sisevibraatoritest ei ole elektrimootor eraldi, vaid asub koos ekstsentriskuga kinnises kestas ja moodustab mehhanismi põhiosa — vibromootori.

Elektrivibraator II-50 (joon. 137, *a*) on kõrgsagedus-sisevibraator (5700 võnget minutis). Vibromootor asub hermeetiliselt suletud silindrilises kestas läbimõõduga 114 mm ja kõrgusega 400 mm. Vibraatori pikkus on 116,5 cm, elektrimootori võimsus — 1 kW. Vibraatoril on jäik vars, millele on kinnitatud käepidemed ja lüliti. Vibraatori kaal on 21 kg. Teda kasutatakse betoonisegu tihendamiseks talades, peatalades ja ristuvate rangideta sammastes.

Elektrivibraator II-86 (rasket tüüpi vibronui) — kõrgsagedus-

sisevibraator — kujutab endast hermeetiliselt suletud metallnuia, mille sees asub elektrimootor. Nui on amortisaatori kaudu ühendatud varrega, millele on kinnitatud kaks käepidet ja lüliti. Vibraatori kaal on 31,5 kg, nui läbimõõt 133 mm ja kõrgus 490 mm, kogu vibraatori pikkus — 1295 mm. Vibronuia И-86 kasutatakse betoonisegu tihendamiseks massiivides.



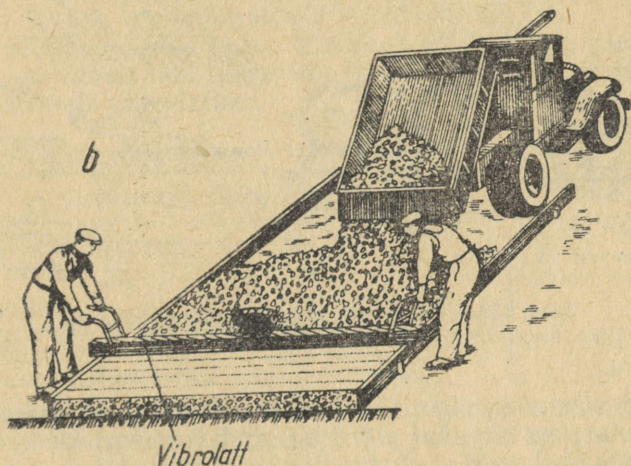
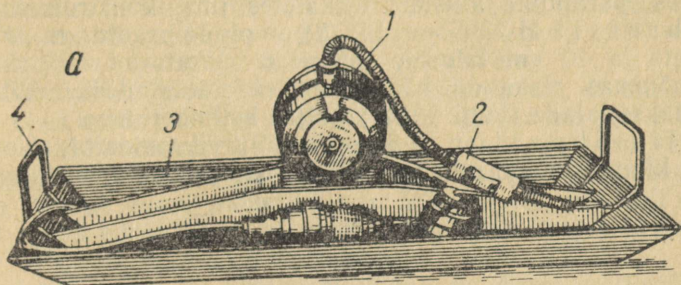
Joon. 137. Sisevibraatorid

a — vibraator И-50; b — vibronui И-22; 1 — lüliti;
2 — kaabel; 3 — vars; 4 — nui; 5 — käepide

Vibronui И-22 (joon. 137, b) — sisevibraator võnkesagedusega 2800 võnget minutis — on väiksema tootlikkusega kui kõrgsagedusvibraatorid. Vibronui koosneb vibratsioonmootorist, mis on kinnitatud munakujulisse kesta läbimõõduga 160 mm ja kõrgusega 350 mm, ning torukujulisest varrest. Varre ülemisse otsa on kinnitatud lüliti; varre alumine osa on samuti kui vibraatoreil И-50 ja И-86 ühendatud vibromootoriga kummist muhvi abil, et vibromootori võnkumine ei kanduks tööliste kätele. Seda muhvi nimetatakse amortisaatoriks. Vibraatori kaal on 32 kg; teda kasutatakse betoonisegu paigaldamiseks massiivseis konstruktsioonides.

Vibraatorid И-21, И-86 ja И-50 saavad elektrivoolu voolumuundaja (transformaatori) kaudu, mis vähendab võrguvoolu pinget (220 V) 36 voldile, see garanteerib vibraatoriga töötamise ohutuse. Üks transformaator võib teenindada kahte-kolme vibraatorit.

Pakettvibraator И-102 koosneb mitmest vibraatorist, mis on ühendatud ühte paketti. Teda kasutatakse peamiselt hüdrotehnilistel ehitustel, betoonisegu tihendamiseks tammide ja muude ehitiste suurtes massiivides. Pakettvibraator lastakse betooni sisse ja tõstetakse edasi kraana abil.



Vibrolatt

Joon. 138. Pindvibraatorid

a — vibraator И-7; *b* — töötamine vibrolatiga И-23; 1 — elektrimootor;
2 — lüliti; 3 — plaat; 4 — käepide

Pindvibraator И-7 (joon. 138, *a*) koosneb vibromootorist sagedusega 2800 võnget minutis, mis on kinnitatud ribilisele metallplaadile (suurusega 950×550 , kõrgusega 270 mm) ja varustatud käepidemetega vibraatori edasinihutamiseks. Vibraatori kaal on 44 kg, mootori võimsus 0,4 kW, betoonisegu tihendamise sügavus — 20 cm.

Käesoleval ajal toodetakse Jaroslavl'i tehases «Krasnõi Majak» veel võimsamaid pindvibraatoreid И-117, mille puidust tihendusplaadi mõõted on plaanis 1000×500 mm ja kõrgus 265 mm. Vib-

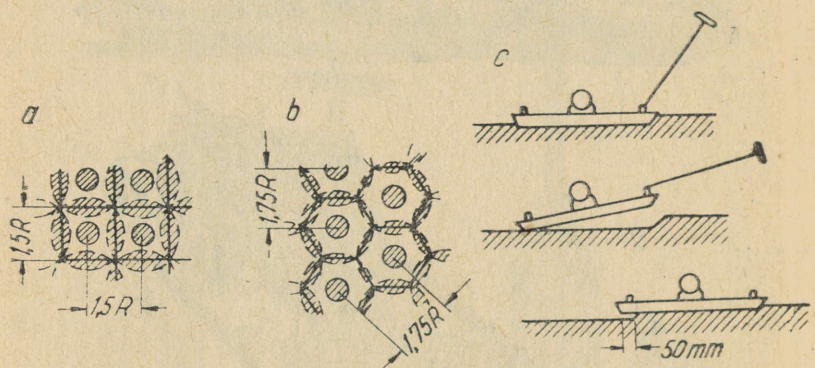
raatori И-117 kaal on 55 kg, mootori võimsus — 0,8 kW ja tihendamissügavus 30 cm.

Pindvibraatorites kantakse vibromootori võnkumine plaadi kaudu tihendatava betoonisegu pinnale.

Taolisi vibraatoreid kasutatakse betoonisegu tihendamiseks plaatides, põrandate alustes, teekatetes jms. konstruktsioonides.

Vibrolatt И-23 (joon. 138, b) on pindvibraator, mille 4,25 m pikkusele ja 10 cm laiausele latile on kinnitatud elektrimootor. Lati mõlemas otsas on käepidemed edasitõstmiseks. Vibrolatti kasutatakse laiade (kuni 4 m) plaatide betoneerimisel.

Välisvibraator И-87 on harilik vibromootor, mis kinnitatakse klambrite abil raketise välisküljele (vöödele või rangidele).



Joon. 139. Vibraatorite ümberpaigutamise skeem

a — sisevibraatorite ümberpaigutamine reastikku; b — sama, malekorras; c — pindvibraatori ümbertõstmine

Vibraatori võnkumine kantakse raketise kaudu betoonisegule üle. Seda kasutatakse siis, kui sise- või pindvibraatori kasutamine ei ole võimalik.

Elektromagnetiline vibraator И-85 on ette nähtud kasutamiseks punkrite või rennide küljes, et ergutada betoonisegu, liiva, kruusa või killustiku liikumist, samuti vibroplatvormides ja vibrosõeltes. Võngete arv minutis on 3000, kaal — 47,75 kg.

Massiivseis konstruktsioonides peab paigaldatud betoonisegu tihendamine toimuma sisevibraatorite abil; pindvibraatoreid lubatakse kasutada ainult ülemise betoonikihi tihendamiseks. Töötamise ajal ei tohi vibraatoreid toetada monoliitsete konstruktsioonide armatuurile.

Vibreerimise kestus vibraatori igas asukohas peab tagama betoonisegu küllaldase tihenemise, mille peamiseks tunnusteks on: segu allavajumise lõppemine, pealispinna horisontaalsus, raketiste hea täitumine (eriti nurkades), tsemendipiima ilmumine betooni pinnale ja raketise pragude vahele.

Sisevibraatorite ümbertõstmisel ei tohi samm ületada nende poolteisekordset mõjuraadiust. See tagab konstruktsiooni kõigi osade tihenemise. Vibraatori mõjuraadiuseks nimetatakse kaugust, milleni ulatub betoonisegu tihenemine, arvestades seda sisevibraatori teljest alates (joon. 139, *a* ja *b*). See vahekaugus peab võrduma: painduva võlliga vibraatoreil И-21 ja И-116 suurema nuiaga — 35—45 cm, väiksemaga — 25—35 cm; vibraatoril И-50 — 45—65 cm; И-22 — 40—60 cm ja И-86 — 50—70 cm.

Pindvibraator (joon. 139, *b*) tuleb asetada nii, et tema plaat ulatuks uues asukohas 5 cm võrra varem vibreeritud pinnale. Vibraatori teisaldamiseks võtab betoneeri ja konkuga tema käepidemest kinni, rebib plaadi (järsu tõmbega ülespoole) betoonipinnast lahti ja tõmbab edasi naaberloigule. Vibraatorit aeglaselt mööda betooni pinda edasi tõmmata ei tohi, kuna siis ei saa betoneeri ja jälgida, kas kõik loigud on tihendatud.

Vibreerimise kestus ühel positsioonil on sisevibraatoreil harilikult 15—30 sek, pindvibraatoreil — 25—40 sek.

Betoonisegu paigaldatakse kihtide kaupa. Kihte peab saama vibraatoriga vabalt läbi tihendada (tabel 26), muidu ei jää betoonisegu ühtlaselt tihendatuks.

Paigaldatavate betoonikihtide paksus

Tabel 26

Betoonisegu tihendusviis	Kihi paksus
Sisevibreerimine	1,25 vibraatori töötava osa pikkust
Pindvibreerimine:	
a) armeerimata ja ühepoolse armatuuriga konstruktsioonides	250 mm
b) kahepoolse armatuuriga konstruktsioonides	120 mm

Kergbetoonide pindvibreerimine peab toimuma raskemate vibraatoritega (koormuse all) kuni 200 mm paksuste kihtidena.

Järgmine betoonikiht tuleb paigaldada ja tihendada enne varem paigaldatud ja tihendatud kihi tardumise algust. Kui seda nõuet ei täideta, saadakse betoon, mis koosneb omavahel ühendamata kihtidest.

Paigalduskohal ei tohi betoonisegule lisada vett, kuna see rikub segu ühtlust.

Betoonisegu tihendamisel sisevibraatoriga liigutatakse teda paigaldatavas kihis üles ja alla, lastes teda 50—100 mm sügavusele varem paigaldatud kihti. Sügavamale ei tohi vibraatorit lasta, et vältida betooni struktuuri rikkumist alumises kihis.

Betoonisegu tuleb tihendada kindlas järjekorras, et üksikud kohad vahele ei jääks.

Igale betoneerijale määratakse üks tööloik, mille tihendamisel ta peab täitma kõiki nõudeid betoonisegu paigaldamise kohta.

Betoonisegu tihendamist sisevibraatoriga alustab betoneeri ja

raketise ühest äärest, pidades kinni vibreerimispositsioonidest ja iga kihi tihendamise sügavusest. Vibraatori ümberpaigutamisel tuleb ta betoonisegust välja tõsta aeglaselt, mootorit välja lülitamata, et nuiaalune tühemik jõuaks betooniseguga täituda. Betooni kohaletõstmisel koppadega, nende tühjendamisel kummutamise teel, tasandatakse betoonihunnik sisevibraatori abil, lükates selle betoonisegu sisse.

Pindvibraatoritega tihendatakse betooni sirgete pidevate ribadena, kattes varem tihendatud betooni pinna vibraatori plaadiga igast küljest 5—10 cm võrra.

Betoonisegu lahtised pinnad peavad olema tasased ja siledad, seetõttu tasandatakse ja silutakse nad pärast segu tihendamist.

4. BETOONISEGU KÄSITSI PAIGALDAMINE JA TIHENDAMINE

Käsitsi lubatakse betoonisegu paigaldada ja tihendada ainult erandjuhtudel: väikese töömahu korral ning elektrienergia puudumisel.

Mahalaaditud betoonisegu tasandatakse labidate või tasanduslaudadega. Segu ühtluse hoidmiseks tuleb teda loopida sujuvalt, nii et ta labidalt edasi lendaks üheskoos, laiali paiskumata.

Jäik betoonisegu tihendatakse tampnuiadega kuni tsemendi-piima ilmumiseni pinnale. Tampimiseks raketise seinte ja nurkade lähedal kasutatakse plekiga ülelöödud latte ja metallvardaid. Jäik betoon paigaldatakse kuni 15 cm paksuste kihtidena; plastiline — kuni 30 cm kihtidena. Viimaste tihendamiseks torgitakse segu metallvardaga tihedalt läbi, eriti hoolikalt tiheda armatuuri ümbruses ning raketise nurkades, samaaegselt koputades raketist väljastpoolt puitvasaraga. Väikesed pinnad silutakse kelluga või hõõrumisrauaga, suured pinnad (põrandad) — kummeeritud present-lindiga.

5. PÕRANDATE BETONEERIMINE

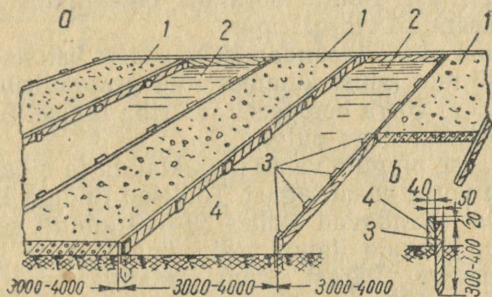
Plaat-, asfalt-, tsement- ja muude põrandate ning teekatete alla ehitatakse betoonist aluskiht.

Aluskihiks on lahja betoonisegu, mis paigaldatakse: tihedate pinnaste korral — otse tasandatud pinnastele, nõrgematel pinnastel — pinnasesse tambitud killustiku kihile; nõrkadel pinnastel tugevdatakse aluskiht alumisse äärde asetatud armatuurivõrguga.

Pärast ettevalmistustööde (pinnase planeerimise, killustiku sissetampimise, armatuuri paigaldamise) lõpetamist lüüakse betoneeritava pinna kogu ulatuses maasse vaiad, mille külge naelutatakse majaklaud (joon. 140). Majaklaudade ülemine serv vastab aluse pealispinna kõrgusele. Kogu betoneeritav pind jaotatakse majaklaudadega 3—4 m laiusteks ribadeks.

Töö toimub järgmiselt. Ribad betoneeritakse üle ühe, seejärel eemaldatakse majaklaud, tõmmatakse välja vaiad ja betoneeritakse vahelejätetud ribad. Ribad betoneeritakse, alustades sissepääsust kaugemal olevast otsast, lähenedes järk-järgult sissepääsule. Kui hoone mõlemas otsas on sissepääsud, võib betoneerida mõlemalt poolt, alustades keskelt ja lähenedes sissepääsule.

Betoonisegu tuuakse kohale auto-isekallutajatega ja laaditakse maha otse betoneeritavale ribale, kusjuures autojuht tõstab kasti üles ning sõidab masinaga aeglaselt edasi, puistates segu ühtlase kihina maha. Sellise mahalaadimise korral on lihtne tasandada segu vajaliku paksuseni.



Joon. 140. Majakate paigutus betoon-aluspõranda ehitusel

a — paigutuse skeem; *b* — kinnituse detail; 1 — betoneeritud ribad; 2 — betoneerimiseks ette valmistatud ribad; 3 — vaiad; 4 — majaklaud

Betoonisegu tihendamiseks kasutatakse vibrolatte ja pindvibraatoreid. Vibratori pruss (joon. 138, *b*) peab olema pisut pikem majaklaudade vahekaugusest.

Tihendamine toimub järgmiselt. Kaks töölist vibrolati otse juures asetavad lati ribasse laaditud betoonisegule ning lülitavad mootori sisse. Vibreeritakse seni, kuni vibrolatt toetub otstega majaklaudadele, seejärel lükatakse latt umbes poole lati laiuse võrra betoneerimise suunas edasi.

Mõned betoneerijad kasutavad ülalkirjeldatust veidi erinevat tihendusmeetodit. Kui latt on asetatud betoonisegule, surub üks betoneerija lati otsa vastu betooni, teine nihutab lati teist otsa aeglaselt 20—30 cm võrra paremale ja vasakule, kuni latt toetub majaklauale. Seejärel hoiab ta latti kohal, kuna esimene betoneerija nihutab latti samuti seni, kuni ka teine lati ots toetub majaklauale.

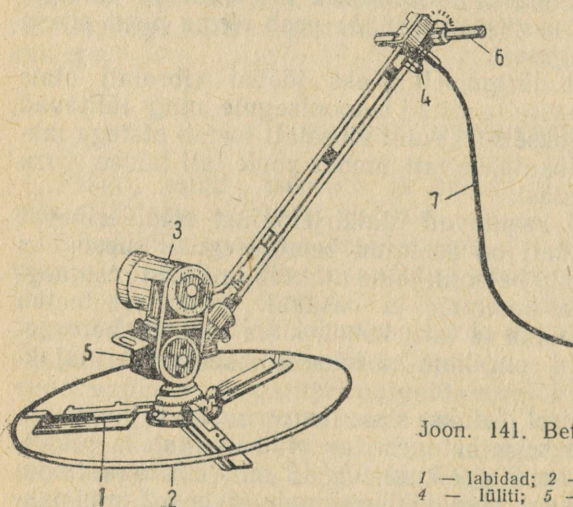
Aluskihi betoneerimisel jäetakse sisse temperatuuri-vajumisvuugid, millega lõigatakse kogu betoneeritava pind üksikuteks plaatideks. Plaatide suurus on 6×9 kuni 9×12 m. Pikisuunas moodustatakse vuugid, kandes plaadi külgpinnale umbes 2 mm pak-

suse bituumenikihi. Põiksuunas jäetakse nn. poolvuugid. Nende moodustamiseks võetakse 8—10 cm kõrgune ja 4—6 mm paksune metallriba, mis surutakse aluskihti selle $\frac{1}{3}$ paksuseni ja jäetakse betooni sisse 20—30 minutiks, seejärel tõstetakse ettevaatlikult välja. Pärast betoonisegu kivistumist puhastatakse pilu ja valatakse täis bituumenit või tsementmörti.

Kui betoonpõrand ehitatakse kahes kihis (aluskiht ja puhas põrand), tihendatakse aluskiht pindvibraatoriga. Tihendada võib ka vibrolatiga, asetades ta viltu majaklaudade vahele, kuna majaklaudade pealispinna kõrgus vastab puhta põranda pealispinnale. Ülemine kiht tuleks betoneerida mitte hiljem kui 2 tundi pärast aluskihi betoneerimist. Puhta põranda betoonikiht tihendatakse majaklattidele asetatud vibrolatiga.

Betoonpõranda pinna tasandamiseks pärast betoneerimist kasutatakse 300—400 mm laiust kummeeritud presendiriba, mille pikus ületab 1—1,5 m võrra betoneeritava riba laiuse. Lindi otstesse kinnitatakse käepidemetega pulgad.

Lint tõmmatakse pingule vastu majaklaudu ja nihutatakse segu pinnal 5—10 cm võrra edasi-tagasi. Töölised lindiga lähevad betoneerijate järel ja tasandavad umbes 30—40 minuti eest paigaldatud betoonisegu. Pinnale ilmuv vesi eemaldatakse lindi kergete piki- ja põiknihetega. Pärast pinna tasandamist (umbes 30—40 min. hiljem) silub tööline põrandat metallhõõrutiga, seistes ise vastaval sillakesel. Suuremahulistel töödel silutakse betooni pind propeller-silumismasinaga И-41 (joon. 141), millel on kaks vahetatavat labade komplekti: silumiseks — 160 × 330 mm ja lihvimiseks — 90 × 280 mm. Masina tootlikkus on umbes 100 m² pinda tunnis.



Joon. 141. Betooni silumis- ja lihvimismasin

1 — labidad; 2 — kinnitusrõngas; 3 — mootor;
4 — lüliti; 5 — reguleerimiskruvi; 6 — käepide; 7 — kaabel

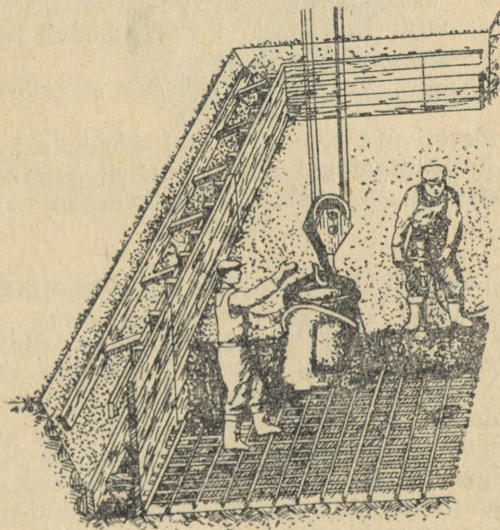
Lihvimine ehk raudamine seisneb pinnale riputatud tsemendi surumises äsjatardunud betooni pinnale, kuni see omandab ühtlase läike; seda tehakse metalltööriista abil. Lihvimist kasutatakse betoonile veetiheduse andmiseks (näiteks reservuaaride betoneerimisel). Kui lihvimisega on veidi hiljaks jäädud ja betoon on juba kuivanud, tuleb betooni pinda enne tsemendi pealeriputamist ohtralt veega niisutada.

6. VUNDAMENTIDE JA MASSIIVIDE BETONEERIMINE

Vundamentidesse ja muudesse massiividesse transporditakse betoonisegu auto-isekallutajatega, lintransportööridega, vagonetidega, kraana abil kohaletõstetavais koppades või betoonipumpadega.

Rasketööstuse ettevõtete seadmete (bluumingute, valtspinkide, toruvaltsimise agregaatide jne.) suurte raudbetoonvundamentide ehitamisel on lihtne betoonitoid komplekselt mehhaniseerida. Masinate paigutuse skeemid selliste vundamentide ehitamisel auto-, torn- või kaabelkraanadega on näidatud joonistel 124, 125 ja 126. Sel juhul toimuvad tööd järgmiselt.

Betoonitehases laaditakse segu koppadesse, mis asuvad veoautodel. Betoneerimiskohale toodud kopad tõstetakse kraana abil töökohale (joon. 142). Tavaliselt tühjendatakse kopad kuni 1 m paigaldatavast kihist kõrgemal. Kui kopp jõuab vajalikku kohta, ava-



Joon. 142. Massiivse vundamendi betoneerimine kraanaga kohaletõstetud kopast

takse kopalukk. Väljalaaditud betoonisegu tihendatakse vibraatorite И-102, И-86, И-50 või И-22 abil. Tihedalt armeeritud vundamentides tihendatakse segu painduva võlliga vibraatorite (И-21 või И-116) abil. Ülemise kihi tihendamiseks võib kasutada pindvibraatoreid И-7 ja И-117.

Segu paigaldatakse 30—50 cm paksuste kihtidena. Vibraator lastakse betooni sisse vähemalt 5—10 cm kaugusel raketise seinest ja vibreeritakse, kuni betoonisegu pind raketises muutub tasaks ja tsemendipiim ilmub pinnale.

Vundamentidesse ja teistesse massiividesse lubatakse panna üksikuid kive («rosinaid») suurusega üle 150 mm kuni 50% ulatuses konstruktsiooni mahust, kui betooni mark on 100 või vähem, ja kuni 30% ulatuses, kui betooni mark on üle 100.

«Rosinate» sissebetoneerimisel tuleb kinni pidada järgmistest nõuetest:

a) «rosinateks» tuleb valida korrapärase kujuga pragudeta kivid; tugevasti lihvitud kive (näiteks munakive) kasutada ei lubata;

b) üksikute kivide mõõted ei tohi ületada üht kolmandikku ühekorraga betoneeritava konstruktsiooni (massiivi või ploki) minimaalsest mõõtest;

c) kivi tugevus ei tohi olla väiksem jämeda täitematerjali (kruusa või killustiku) tugevusest;

d) kivi peab olema enne hoolikalt puhastatud ja veejoaga puhtaks uhitud; «rosina» ülepritsimine tsemendipiimaga on lubamatu;

e) kivid tuleb asetada raketisest vähemalt 0,25 m kaugusele ja mitte vastu armatuuri, et iga kivi oleks tihedalt betooniga ümbritsetud;

f) kivide vahekaugused ei tohi takistada sisevibraatorite kasutamist;

g) suurte massiivide betoneerimisel üksikplokkidena peavad kivid plokkide horisontaalvuukides pärast betoneerimist välja ulatuma umbes $\frac{1}{2}$ võrra oma mahust (plokkide paremaks ühendamiseks).

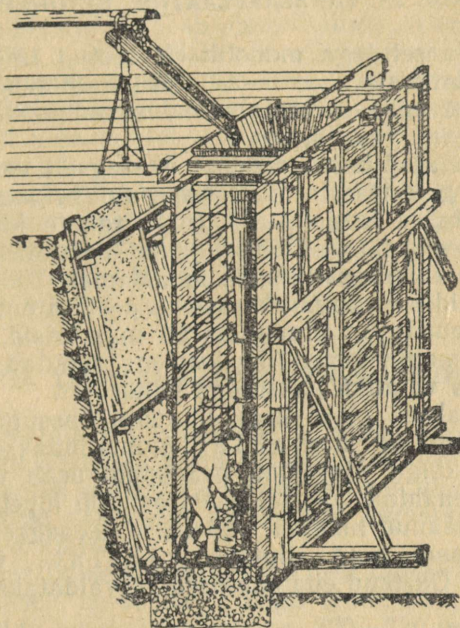
7. SAMMASTE JA SEINTE BETONEERIMINE

Samba id on kõige hõlpsam betoneerida ülalt, üheaegselt vahelae betoneerimisega. Sel juhul on vahelae raketis ühtlasi betooni transportimise pinnaks ning töökohaks tema paigaldamisel ja tihendamisel.

Ülalt lubatakse betoneerida, kui samba kõrgus ei ole üle 5 m; kergbetooni paigaldamisel — üle 3,5 m. Tuleb arvestada, et samba ristlõige peab sel juhul olema vähemalt 40×40 cm ning armatuur ei tohi olla ristuvaid ranget. Sambad ristlõikega alla 40×40 cm või ristuvate rangidega sambad tuleb betoneerida küljelt kuni 2 m kõrguste osade kaupa.

Samba raketisse tuleb betoonisegu visata nii, et ta langeks vertikaalselt, põrkamata vastu range või seinu, kuna siis jämedad koostisosad eralduksid ja sambas võivad tekkida õõnsused või poorse betooni pesad.

Üle 4 m kõrgustes ülalt betoneeritavais sammastes tihendatakse betoon trossi abil sisselastavate vibraatorite (И-50, И-22) abil, mis



Joon. 143. Massiivse seina betoneerimine betooni kohaleandmisega betoonipumbaga, lülilise londi kaudu

peavad olema kinnitatud samba kohale asetatud kolmjala külge. Küljelt betoneerimise korral tihendatakse betoonisegu painduva võlliga vibraatorite (И-21 ja И-116) abil.

Sambad tuleb betoneerida kogu kõrguses ilma vaheajata. Töövuuke tohib teha ainult varem näidatud kohtades (X ptk. 2. osa).

Kui samba kõrgus on üle 5 m, tuleb ta betoneerida londi või vibrolondi abil. Sel juhul betoneeritavate lõikude kõrgust ei piirata.

Seinad ja vaheseinad tuleb betoneerida kuni 3 m kõrguste lõikudena. Vähem kui 15 cm paksused vaheseinad betoneeritakse küljelt kuni 2 m kõrguste lõikudena. Seetõttu tehakse raketise üks külj kohe vaheseina kogu kõrguses valmis, teine külj — osadena vastavalt betoneerimise käigule.

Betoonisegu tihendamiseks alla 20 cm paksustes seintes kasutatakse painduva võlliga vibraatoreid (И-21 ja И-116) väikese nuiaga, üle 20 cm paksustes seintes — suure nuiaga. Paksude seinte korral kasutatakse vibraatoreid И-86 ja И-50.

Joonisel 143 on kujutatud massiivseina betoneerimine.

8. TALADE JA VAHELAEPLAATIDE BETONEERIMINE

Sammaste ja seintega monoliitselt seotud talade ja plaatide betoneerimisega alustatakse 1—2 tundi pärast sammaste ja seinte betoneerimist, et anda vertikaalse konstruktsiooni betoonisegule võimalus esialgselt vajuda.

Talad ja peatalad betoneeritakse üheaegselt vahelae plaadiga. Ainult väga kõrgeid talasid lubatakse eraldi betoneerida. Neil juhtudel betoneeritakse tala 30—50 cm kõrguste kihtidena (sõltuvalt kasutatava vibraatori tüübist) ja katkestatakse betoneerimine 3—5 cm plaadi alumisest pinnast madalamal. Töövuugid tehakse talades ja plaatides vastavalt käesoleva peatüki punkti 2 juhistele.

Kui kohati puuduvad armatuuri all tugiklotsid, tuleb betoneerijail plaadi armatuuri metallkonksudega raputada, nii et armatuuri alla tekiks vajaliku paksusega kaitsekiht.

Et plaadi paksus oleks kogu ulatuses ühesugune ja vastaks projektile, kasutatakse majaklatte, mis lüüakse betoneerimise ajaks raketise külge. Majaklati pealispind peab vastama plaadi pealispinna ettenähtud kõrgusele. Pärast töö lõpetamist võetakse latid ära; sissejäänud tühemik täidetakse üheaegselt plaadi pinna silumisega. Plaadi pind silutakse rihtlati ja silumisraudtega. Üksikud ebatasasused kõrvaldatakse kellu ja hõõruti abil.

Suurtes talades ja peatalades tihendatakse betoonisegu vibraatoritega И-86, И-50 ja И-22, väiksemates ja tiheda armatuuriga talades — painduva võlliga vibraatorite И-21 ja И-116 abil; vahelae plaatides — pindvibraatoritega И-7 ja И-117.

9. VÕLVIDE, KAARTE JA RESERVUAARIDE BETONEERIMINE

Pikkade võlvide betoneerimine tuleb jagada üksikuiks tööloikudeks võlvi moodustajaga ristuvate töövuukidega. Iga tööloik betoneeritakse üheaegselt mõlemalt poolt (sümmeetriliselt, alates kannast võlvi luku poole), et tagada võlvi raketise jäikus ja säilitada tema projektikohane kuju kogu betoneerimise ajal. Selle reegli rikkumine võib põhjustada raketise jäikuse rikkumist ja raketise väljasurumist.

Kaared betoneeritakse ilma vaheajata üheaegselt mõlemalt poolt sümmeetriliselt kandadest luku poole.

Võlvide ja kaarte betoneerimisel tuleb pidevalt jälgida raketise ja toestiku seisukorda. Raketise või toestike deformatsiooni või paigutuse korral tuleb betoneerimine katkestada; raketis tuleb korda seada enne betoonisegu tardumise algust.

Betoonisegu tihendamiseks õhukeseseinalistes võlvides kasutatakse pindvibraatoreid И-7 ja И-117, massiivseis võlvides ja kaartes — ükskõik millist tüüpi sisevibraatoreid, sõltuvalt armatuuri tihedusest.

Betoonisegu plastilisus peab olema selline, et ta ei valguks alla raketise kaldpinda mööda. Järskude võlvide tugede lähedal tuleb betoneerida kahepoolses raketises, kusjuures ülemine raketis paigaldatakse üksikute kilpide kaupa vastavalt betoneerimise käigule.

Reservuaarid betoneeritakse järgmiselt. Enne betoneeritakse põhi, seejärel seinad. Viimased täidetakse seguga samuti kui õhukeseseinalised raudbetoonkonstruktsioonid. Raketise üks sein püstitatakse kogu reservuaari kõrguses, seejärel paigaldatakse armatuur. Raketise teine sein asetatakse kohale üksikute kilpide kaupa vastavalt betoneerimise käigule. Pärast betooni kivistumist ja lahti-rakestamist lihvitakse reservuaari sisepind.

10. SILODE JA TEISTE TAOLISTE EHTISTE BETONEERIMINE

Viljaelevaatorite silod, silotornid ja muud kõrgehitised, mille ristlõige on kogu kõrguses sama, betoneeritakse ronivas raketises.

Ronivaid raketisi tuleb tõsta kiirusega, mis väldib paigaldatud betooni nakkumise raketisega ja betooni vigastamise võimaluse pärast raketise tõstmist.

Seinte betoneerimise vaheaegadel (1—2 tundi) tõstetakse raketise seinu aeglaselt betoonisegu kogu tardumisaja jooksul. Seejuures tuleb hoida betoonisegu kõrgus 200—250 mm allpool raketise ülemist äärt. Betoonisegu paigaldatakse 20—30 cm paksuste kihtidena. Järgmist kihti võib hakata paigaldama alles siis, kui eelmise kihi paigaldamine on raketise kogu perimeetril lõpetatud.

Ronivas raketises tihendatakse betoonisegu painduva võlli ja väikese nuiaga vibraatori abil. Et alumisi kivistuvaid betoonikihte mitte vigastada, ei tohi vibraatori nuiat toetada raketisele või armatuurile. Ronivas raketises betoneerimise korral on lubatud betoonisegu käsitsi tihendada.

11. VEEALUNE BETONEERIMINE

Betoonisegu koostis peab tagama tema küllaldase plastilisuse, vältima vee eraldumist segust ja segu kihistumist.

Kogu betoneeritav pind jaotatakse blokkideks (lõikudeks). Iga bloki valmisolek betoneerimiseks peab olema enne tööde algust tuukrite poolt kontrollitud.

Vee all betoneerimise meetod peab olema projektis määratud.

Sagedamini kasutatavaks veealuse betoneerimise meetodiks on tõstetava toru meetod, mis seisneb selles, et betoonisegu juhitakse veealusesse raketisesse metalltoru kaudu. Viimast nihutatakse edasi vastavalt betoonisegu paigaldamisele. Selleks kinnitatakse toru ülemine ots vankrile, mis liigub mööda teisaldatavat silda või parve nii, et teda saab tõsta vastavalt segu paigaldamisele. Toru külge on kinnitatud lehter betooni vastuvõtuks.

Tõstetava toru meetodit kasutatakse sügavuste korral 1,5 kuni 20 m, pidades seejuures kinni järgmistest eeskirjadest:

a) betoonisegu plastilisus peab vastama koonuse vajumisele 160—200 mm;

b) betoneerimist tuleb alustada torude kaudu, mis on asetatud betoneeritava massiivi alumistesse osadesse;

c) toru peab tööprotsessis ulatuma betoonisegusse vähemalt 1 m sügavusse;

d) betoneerimise intensiivsus peab olema vähemalt 0,3 m³ tunnis bloki pinna 1 m² kohta.

Algperioodil (kui betoonisegu juhitakse vahetult vette) kasutatakse segu, mis on valmistatud suurema tsemendisaldusega ja kuni 40 mm jämeduse täitematerjaliga; tema plastilisus peab vastama koonuse vajumisele 140—160 mm.

Tõusva segu meetodit kasutatakse kuni 20 m sügavuses, konstruktsioonides, mida on lubatud laduda looduskivist, kui tõstetava toru meetodi kasutamine on raskendatud; samuti taastamis- ja remonttöödel. Meetod seisneb selles, et põhjaloobitud kivitäitese valatakse toititorude kaudu mörti.

Betoonisegu kottides paigaldamist on lubatud kasutada ainult abimeetodina üksikute lõikude ajutiseks piiramiseks, ehitisealuse sängi tasandamiseks ja avariide likvideerimiseks.

Veealuse betooni kvaliteeti tuleb kontrollida paigaldatud segust valmistatud proovikehade katsetamise teel, eriti vastutavais ehitistes, peale selle aga ka betoneerimise ajal kontrollšahti paigutatud proovikehade katsetamise teel.

12. BETOONISEGU VAKUMEERIMINE

Vee hulga suurendamisel betoonisegus väheneb betooni tugevus ja tihedus. Kuid betoneerimise hõlpsuse huvides tuleb real juhtudel viia betoonisegusse tunduvalt rohkem vett kui seda on vaja betooni kivistumiseks (vt. VII ptk.). Suurem osa sellest veest aurab betoonisegu kivistumisel välja, mille tõttu betoon jääb poorseks.

Vakumeerimisega tihendatakse ja ühtlustatakse betooni struktuuri. Protsessi olemus seisneb liigse vee ja õhu eemaldamises betoonisegust ja segu samaaegses tihendamises spetsiaalsete sead-

mete abil. Betooni kohal luuakse vastava kilbi all hõrendus, kusjuures välisrõhk kilbile on seda suurem, mida suurem on hõrendus.

Näiteks kui hõrendus vaakuumkilbi all on 70—80%, surutakse kilp vakumeeritavale betoonikihile jõuga 7—8 t/m². Seejuures toimub segu mehaaniline kokkusurumine varem õhu ja veega täidetud mahtude arvel.

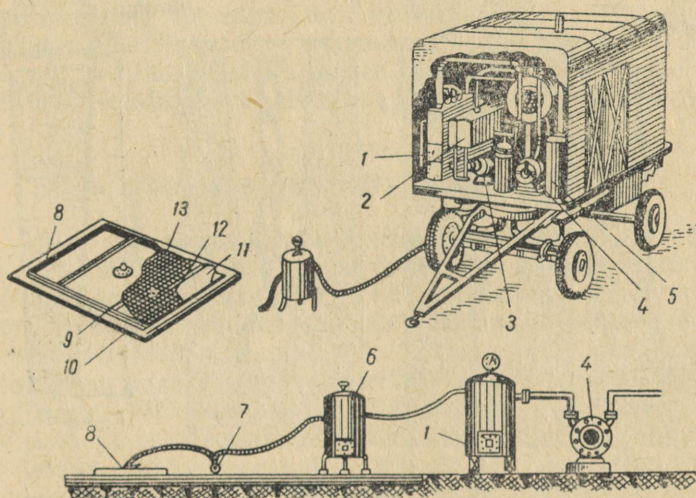
Vahetult pärast vakumeerimist on betooni tugevus 3—5 kg/cm². Tema pind on tihendatud nii, et teda võib kohe töödelda (siluda, lihvida), osaliselt lahti raketada (küljekilbid võib maha võtta), mõnede raudbetoondetailide korral isegi kohe vormidest vabastada.

Pärast vakumeerimist väheneb betooni veemavus, suureneb tema külmakindlus, tugevus, nake armatuuriga ja kulumiskindlus; tunduvalt väheneb mahukahanemine.

Seoses ülalkirjeldatud eelistega võib betoonisegu vakumeerimist kasutada vastava tehnilis-majandusliku põhjenduse olemasolul järgmistel juhtudel:

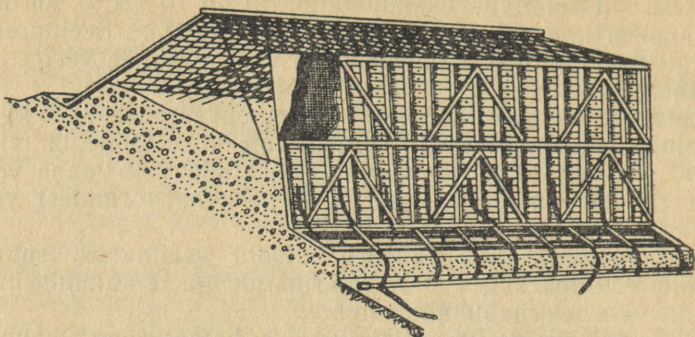
a) betooni kivistumise kiirendamiseks ja raketiste ringluse suurendamiseks: pikkade ehitiste betoneerimisel edasinihutatavas raketises, kõrgete ehitiste betoneerimisel tõstetavais raketistes, vahelagede ja kattekonstruktsioonide betoneerimisel inventaarseis raketistes;

b) betooni pindmise kihi kvaliteedi tõstmiseks: põrandate, teekatete, hüdrotehniliste ehitiste jne. betoneerimisel.

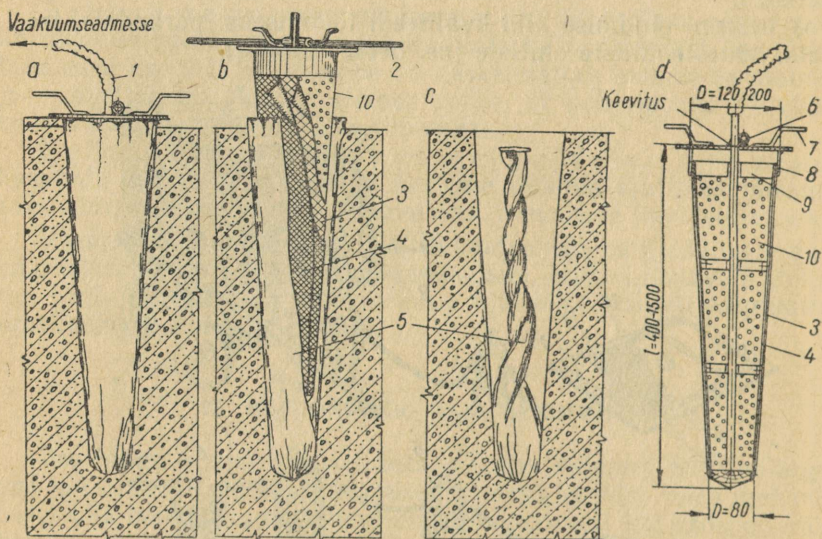


Joon. 144. Vaakuumseadme üldvaade

- 1 — ressiiver; 2 — magnetlülit; 3 — elektrimootor; 4 — vaakumpump;
 5 — vee-eralduspaak; 6 — veekoguja; 7 — kollektor; 8 — vaakuumkilp;
 9 — kilbi raam; 10 — kummitihend; 11 — riie; 12 — peen võrk; 13 — jääme võrk



Joon. 145. Betoontammi vakumeerimine



Joon. 146. Vaakuumtoru

a – töötamas; *b* – toru väljatõmbamine; *c* – filterkate väljatõmbamine; *d* – pikilõige;
 1 – ühendusvoolik koos imevtoruga; 2 – külgekinnitatav käepide; 3 – alumine võrk; 4 –
 ülemine võrk; 5 – filtreerivast riidest kate; 6 – rõngas; 7 – käepide; 8 – terrassirm;
 9 – ülemine kork; 10 – kooniline porforeeritud toru

Lahtise betoonipinna vakumeerimine toimub spetsiaalse vakumeerimiseseadmega, kantavate vaakumkilpide abil (joon. 144), mis asetatakse tasandatud betoonisegu pinnale ja tõstetakse pärast lõigu vakumeerimist edasi. Kilbi vakumeerimisruumi moodustavad kaks metallvõrgust kihti. Viimased on kaetud filtreeriva riidega, mis peab takistama tsemendiosakeste koos veega väljaimemist. Kilbi peale on kinnitatud muhv, mis ühendatakse imemisvoolikute või -torude süsteemi kaudu vaakumpumbaga.

Seinte, lüüside, tugiseinte, kaide ja tammide külgpindade vakumeerimisel moodustatakse vaakumkilpidest nn. vaakumraketis (joon. 145).

Talad vakumeeritakse sise-vakumeerimiseseadmete — vaakumtorude (joon. 146), -varraste jne. abil.

Pindade vakumeerimisel peavad vaakumkilbid ja -raketis olema tihedalt vastu betoonisegu ja vältima õhu imemist vaakumribasse.

Vakumeerimist tuleb alustada kuni 15 min. jooksul pärast betooni paigaldamise lõpetamist. Hõrendus peab vaakumribas olema suurpaneel-vaakuunkilpide all vähemalt 350 mm elavhõbeda-sammast, väikeste vaakumkilpide all — vähemalt 500 mm. Kuni 200 mm paksuste konstruktsioonide vakumeerimise kestus ja režiim peavad tagama betoonivee väljaimemise vähemalt 15%. Üle 200 mm paksuste konstruktsioonide vakumeerimisel tuleb garanteerida vähemalt 5 l vee väljaimemine 1 m² pinna kohta.

Vakumeerida lubatakse betoonisegusid, mis on valmistatud portlandtsemendil või räbu-portlandtsemendil; muude tsementide kasutamise korral lubatakse vakumeerida alles pärast vakumeeritud betooni kvaliteedi laboratoorset kontrollimist. Kuivadel poorsetel täitematerjalidel valmistatud kergbetooni vakumeerida ei lubata.

13. PÕHILISED OHUTUSTEHNIKA EESKIRJAD

Et vältida raudbetoonkonstruktsioonide purunemist, tohib toestust ja raketisi maha võtta ainult töödejuhataja loal. Enne punkrite, võlvide, kaarte ja kuplite raketise toetuse mahavõtmist tuleb veel kord veenduda lubamatute deformatsioonide ja pragude puudumises konstruktsioonis.

Betoneerija peab teadma elektritööriistadega ohutu töötamise eeskirju ning kaitseabinõusid elektrivooluga vigastamise vastu; samuti peab ta oskama anda vigastatule esmaabi. Ilma nende teadmisteta ei tohi betoneerijat lubada elektrivibraatoriga töötada.

Saades enne töö algust vibraatori, peab betoneerija hoolikalt kontrollima selle korrasolekut: üle vaatama korpuse; veenduma, et kaitse kinnituspoldid on korralikult kinnitatud; et lüliti on korras; et juhtmetes ja voolikus ei ole katkemis- ega murdekohti; et painduv võll on tugevalt elektrimootori ning vibreeriv nui võlli külge

kinnitatud. Elektrivibraatori üldist korrasolekut proovitakse 1 minuti jooksul, kusjuures vibraator on üles riputatud; seejuures ei tohi vibreerivat nua toetada kõvale alusele.

Painduva võlliga elektrivibraatorite ekspluatatsioonis tuleb võlli kuullaagreid perioodiliselt üle vaadata. Kui võll kohati kuumeneb, võetakse ta lahti ja pestakse läbi. Pärast töö lõppu pestakse painduva võlli südamik petrooleumis, kuivatatakse ja määratakse õhukeselt solidooliga. Võlli liiga rohke määrimine põhjustab tema ülekuumenemist. Võlli pinguletõmbamist tuleb vältida. Teisaldamisel ei ole soovitatav elektrivibraatorit vedada painduvast võllist tõmmates. Hoolikalt tuleb jälgida võlli asendit, mitte lasta tal järsult painduda või silmuseid moodustada, kuna need võivad järsult lahti keerduda ja betoneerijale tugeva hoobi anda. Et seda ei juhtuks, tuleb alus elektrimootoriga õigeaegselt vajalikku kohta asetada.

Töötamisel peab vibraatori korpus olema tingimata maandatud. Elektrivibraatori toitmiseks jaotuskilbilt kasutatakse kummiisolatsiooniga või kummitorusse paigutatud juhtmeid.

Et teha vibraatoritega töötamine ohutuks, toidetakse neid transformaatorite kaudu madalpingevooluga (36—40 V). Betoneerija peab töötama tervetes kummisaabastes ja -kinnastes.

Kui elektrivibraator rikneb segu paigaldamise ajal, lülitatakse ta viibimatult välja ja antakse elektrimontöörile ülevaatamiseks.

Kontaktkahvliga elektrivibraatorit sisse lülitada ei ole lubatud. Selleks tuleb kasutada kaitsmetega lüliteid, mis on paigutatud lukustatavasse kasti. Metallkastid tuleb maandada.

Töö katkestamisel (lõunaks) ja vahetuse lõpul peab betoneerija vibraatori hoolikalt kaabitsa või kuiva lapiga betoonisegust ja mustusest puhastama. Puhastada võib ainult väljalülitatud vibraatorit.

Vibraatorit ja tema juhtmeid remontida ning juhtmeid ühendada ja lahti võtta tohib ainult elektrimontöör. Vibraatori iga-sugust väikseimatki remonti tohib teha ainult siis, kui vool on välja lülitatud.

Tuleb vältida vee sattumist vibraatorile betooni või raketise ülevalamisel; vihma ajal tuleb vibraatorid katta presendiga või viia katuse alla.

Voolu väljalülitamisel peab betoneerija jälgima, et kõik faasid välja lülituksid; toitekaablit ei tohi sikutada ega pingutada.

Vibraatoriga võib töötada ainult seistes kindlatel töölavadel, laudistel, raketistel, ümbertõstetavatel treppedelitel. Vibraatoriga töötamine, seistes harilikul redelil, on keelatud.

Betoneerija peab meeles pidama, et vibraatori ettevaatlik ja hoolikas käsitlemine ning pidevalt korras hoidmine on kõrge tööviljakuse ja ohutu töö peamiseks tingimuseks.

BETOONI HOOLDAMINE JA BETONEERIMINE TALVETINGIMUSTES

Betoonisegu kivistub, nagu öeldud peatükis VII, keeruliste füüsikalise-keemiliste protsesside tulemusena, mis toimuvad tsemendi ja vee vahel. Need protsessid toimuvad, kui vesi on vedelas olekus, ja katkevad kohe vee külmumisel jääks. Seetõttu katkebki betooni kivistumine, kui temperatuur on alla 0° .

Varem olid betooni- ja raudbetoonitööd sesoonsed ning neid tehti peamiselt ainult soojal aastaajal ning katkestati külmade saabudes. Ainult harva tehti betoonitöid ka talvel; siis kaeti ehitist laudadest või vineerist köetavate soojakutega. Soojakuis töötati samade meetoditega nagu suvel, kuid rea takistuste tõttu märksa aeglasemalt. Ehitamine soojakutes oli väga kallis, nõudis rohkem metsamaterjale, kütust ja tööjõudu. Betooni- ja raudbetoonitööde hooajalisus pikendas ehituse kestust, takistas objektide andmist ekspluatatsiooni ja põhjustas ehitustööde kallinemist.

Nõukogude insenerid ja teadlased on välja töötanud progressiivsed meetodid, mis lubavad püstitada betoon- ja raudbetoonehitisi ka talvel.

1. TALVISE BETONEERIMISE ALUSED

Veega segatud tsemendi kivistumine toimub ebaühtlaselt. Kõige kiiremini kasvab tugevus esimese 3—7 päeva jooksul, pärast seda järjest aeglasemalt. Mida kõrgem seejuures on tsemendi mark (kui muud tingimused on samad), seda kiiremini kasvab tugevus esimestel päevadel.

Betooni tugevus ja kivistumiskiirus sõltuvad mitte ainult tsemendi aktiivsusest, vaid ka kivistumise temperatuuri- ja niiskuse-tingimustest. Kõrgendatud temperatuuril kiirenevad füüsikalise-keemilised protsessid tsemendi ja vee vahel, madalatel temperatuuridel aeglustuvad. Kui temperatuur langeb alla 0° , külmub vesi betooni poorides ja muutub jääks. Pärast külmunud betooni üleslamist jätkub kivistumine, kusjuures liiga vara (3—4 päeva vanuselt) külmunud betooni tugevus väheneb. Vähenemine on üsna tunduv. Nii näiteks kaotab ühe päeva vanuses külmunud betoon umbes poole oma projektugevusest. See seletub asjaoluga, et külmudes vesi paisub ja purustab pooride seinad, kuna värske betooni tugevus on veel väike, vaba (tsemendiga sidumata) vee kogus on aga küllalt suur.

Kauem kivistunud betooni kvaliteet külmumisel ei halvene. See seletub asjaoluga, et betooni edasisel kivistumisel suurem osa

vett keemiliselt seotakse tsemendiga, osa vett aurab välja, betooni jääb teda vaid tühisel hulgal, mis ei purusta külmudes pooride seinu, kuna betoon on selleks ajaks juba küllalt tugev, pealegi ei ole poorid enam üleni veega täidetud.

Ülalöeldust järeldub, et betoneerimisel talvetingimustes tuleb luua tingimused, milles betoon saavutaks lühikese ajaga niisuguse tugevuse, et külmumine tema kvaliteeti ei kahjustaks. Seetõttu nõutakse, et monoliitsete konstruktsioonide betoon saavutaks külmumise momendiks vähemalt 50% projekteeritud tugevusest, kuid vähemalt 50 kg/cm².

Talvel betoneerimisel on tähtis lühendada kivistumise aegu ja saavutada betooni vajalik tugevus võimalikult lühikese ajaga. Seda võib saavutada mitmeti: kiireltkivistuvate tsementide (aluminaat-tsement ja kõrgemargilised portlandtsemendid) kasutamise teel, betooni ümbritseva õhu temperatuuri tõstmise teel küllaldase niiskuse juures, samuti betoonisegule soolhappe või selle soolade (kloorkaltsiumi ja kloornaatriumi) lisamise teel. Kõige rohkem kasutatakse kloorkaltsiumi, mida lisatakse soojale betoonisegule selle valmistamisel 2—3% ulatuses tsemendi kaalust. Raudbetoonkonstruktsioonide valmistamiseks kasutatavale segule tohib lisada kloorkaltsiumi ainult kuni 2%, kuna suurem hulk võib põhjustada armatuuriterase korrosiooni.

2. TALVISE BETONEERIMISE ISEÄRASUSED

Betooni koostis tuleb talvisel betoneerimisel valida eriti hoolikalt. Vee hulk segus tuleb viia miinimumini; vesitsemmentegur ei tohiks olla üle 0,65. Sel juhul on 1 m³ betoonisegu maksimaalne veesisaldus: tsemendikulu korral 250 kg/m³ — 160 l vett, 300 kg/m³ — 195 l vett.

Liiv ja kruus (killustik) peavad olema puhtad ja lisanditeta, eriti oluline on orgaaniliste lisandite vältimine. Täitematerjalid peavad olema suvel läbi pestud ja paigutatud staablitesse kuivades ning puhastatud kohtades. Täitematerjalide pesemine talvel on väga keeruline ja kulukas.

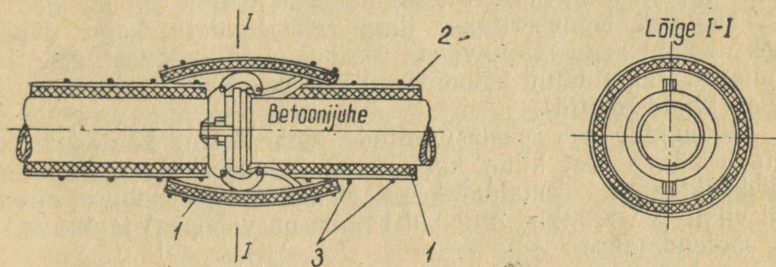
Kloorkaltsiumi doseerimine määratakse igal erijuhul laboratoorselt.

Materjalide soojendamise ja betoonisegu valmistamise viis on samuti väga olulised. Talvel valmistatakse betoonisegu sooja veega (40—70°). Ka täitematerjalid (liiv, kruus või killustik) soojendatakse üle 0°. Tsementi ei soojendata, kuna tema temperatuur tõuseb vee ja täitematerjalidega segamisel.

Vett soojendatakse tavaliselt auruga, kasutades selleks spetsiaalset paaki. Aur juhatakse veepaagi põhja viidud toru kaudu vahetult vette või läbi veepaaki asetatud kinnise siugtoru.

Täitematerjalid soojendatakse aurutorude patareidega (registreeritud) varustatud punkrites. Liiva soojendamiseks kasutatakse siledapinnalisi torusid, kruusa või killustiku soojendamiseks — auklikke.

Talvel tuleb betoonisegu transportida soojustatud taaras, et jahtumine oleks minimaalne. Auto-isekallutajates tuleb segu katta soojapidavate katetega; suure veokauguse või käreda pakase korral tehakse autokastile kahekordne põhi ja soojendatakse seda heitgaasidega. Betoonikopad tuleb pealt kaanega katta.



Joon. 147. Betoonijuhme soojustamine
1 — mineraalvat; 2 — tõrvapapp; 3 — traadid

Betoonipumpade kasutamisel tuleb pumpade ruum ning betoonijuhmed soojustada. Betoonijuhmed soojustatakse vildi või mineraalvatiga (joon. 147); iga ühenduslukk kaetakse kõrvalelükatava kotiriidest ja mineraalvatist valmistatud muhviga. See on otstarbekohane selle poolest, et muhvi kõrvale lükates võib torusid lahti ja kokku monteerida ilma torude soojustust rikkumata. Enne töö algust kuumutatakse betoonijuhmeid terava auru või kuumaga veega. Betoonijuhme puhastamiseks kasutatakse suruõhku; betoonipumba puhastamiseks — vett.

Betoonisegu soojuskaod on eriti suured ümberlaadimistel, seetõttu tuleb neid võimalikult vältida. Laadimiskohad peavad olema kaitstud tuule eest, tõstevahendite kopad ja jaotuspunktid — soojustatud.

Aluse ettevalmistamisel betoonisegu paigaldamiseks tuleb rakendada rida abinõusid, mis väldivad betooni külmumise võimaluse aluse ja betooni kokkupuutekohas.

Betoonisegu ei tohi paigaldada külmunud alusele; kui alus on külmunud, tuleb pinnas vahetult enne segu paigaldamist üles sulatada kuumaga, auru või elektri abil.

Kui segu paigaldatakse betoonalusele, siis tuleb nii alus kui ka külgnivad betooniservad (kui need on olemas) lumest ja jääst puhastada, kuni 30 cm sügavuseni soojendada positiivse temperatuurini ning kaitsta külmumise eest, kuni värskeltpaigaldatud betoon on saavutanud vajaliku tugevuse.

Ka raketis ja armatuur puhastatakse enne betoonisegu paigaldamist lumest ja jääkirmest; kui õhutemperatuur on alla -10° , siis soojendatakse üle 25 mm läbimõõduga armatuur, samuti sorditerasest armatuur ja sissebetoneeritavad metallelemendid kuni positiivse temperatuurini. Armatuuri võib soojendada konstruktsiooni ülepuhumise teel kuuma õhu joaga presentkatte all.

Betoonisegu paigaldamine raketisse organiseeritakse nii, et segu temperatuur paigaldamise lõpul ei oleks alla $+5^{\circ}$. Betooni soojuse säilitamiseks tuleb ta paigaldada võimalikult kiiresti ning ilma vaheaegadeta.

Tavaliselt betoneeritakse ilma vaheaegadeta kogu ööpäeva jooksul kuni kogu massiivi või üksiku ploki betoneerimise lõpetamiseni. Paigaldatud betoonisegu kaetakse kohe soojapidava kattega (kilbid, matid).

Töövuukide või pealesunnitud katkestuste kohtadel tuleb betoon külma eest kinni katta kuni betoneerimise jätkumiseni. Tööde jätkamisel eemaldatakse kate, töödeldakse vuugid ettenähtud viisil (vt. X ptk.) ning kui betoon on vahepeal jahtunud, siis ka soojendatakse.

Kui betoon vuugi kohal mingil põhjusel külmus, siis tuleb see välja raiuda ja eemaldada, ning külmumata betoon edasiseks betoneerimiseks ülalkirjeldatud viisil ette valmistada.

3. BETOONI HOIDMINE

Betooni külmumise vältimiseks kivistumise ajal kuni vajaliku tugevuse saavutamiseni on mitmesuguseid viise. Nii kasutatakse betooni hoidmiseks pärast paigaldamist termosmenetlust, auruga soojendamist, elektrisoojendust, soojakutes hoidmist ja kombineeritud hoidmisviise. Viimase valik oleneb konstruktsiooni iseloomust (massiivsusest), välisõhu temperatuurist, kasutatavast tsemendist ja kohalikest võimalustest (auru ja elektrienergia olemasolu jne.).

Konstruktsiooni massiivsus määratakse pinnamooduli abil, mis on konstruktsiooni jahtumispinna suhe tema mahtu. Näiteks on $2 \times 2 \times 2$ m suuruse vundamendi maht 8 m^3 , pind — 24 m^2 , pinnamoodul $24 : 8 = 3$; 0,1 m paksuse vahelaeplaadi, mille pindala on 80 m^2 ja maht samuti 8 m^3 , pinnamoodul on aga $160 : 8 = 20$.

Üldaloodud näitest nähtub, et mida massiivsem on konstruktsioon, seda väiksem on pinnamoodul ja seda väiksem on ka betooni jahtumine, ning seda paremad on konstruktsiooni kivistumistingimused.

Massiivsed betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonid pinnamooduliga kuni 5 (vundamendid, massiivsed seinad, paksud plaadid, hüdrotehniliste ehitiste blokid jne.) valmistatakse betooni kunstliku soojendamiseta nn. termosmenetlusel.

Termosmenetlus seisneb selles, et soojendatud betoonisegu paigaldatakse välisõhus massiivse konstruktsiooni soojustatud raketisse. Paigaldatud betoonisegu soojustatakse ka pealt.

Menetlus põhineb betoonisegu eelsoojendatud koostismaterjalide ja tsemendi kivistumissoojuse säilitamisel betoonis (kivistumisperioodil).

Suurtes massiivides on tsemendi kivistumissoojuse eraldumine niivõrd suur, et betooni kõrgem temperatuur püsib kaua aega isegi tugeva pakase korral.

Hästi kaetud betoon jahtub massiivses konstruktsioonis nii aeglaselt, et jõuab enne külmumist saavutada ettenähtud tugevuse (50% projekteeritust), mille juures külmumine ei kahjusta tema kvaliteeti.

Kivistumist kiirendava ja betooni külmumistemperatuuri alan-
dava kloorkaltsiumi lisamine võib termosmenetluse kasutusala mõnevõrra veelgi laiendada.

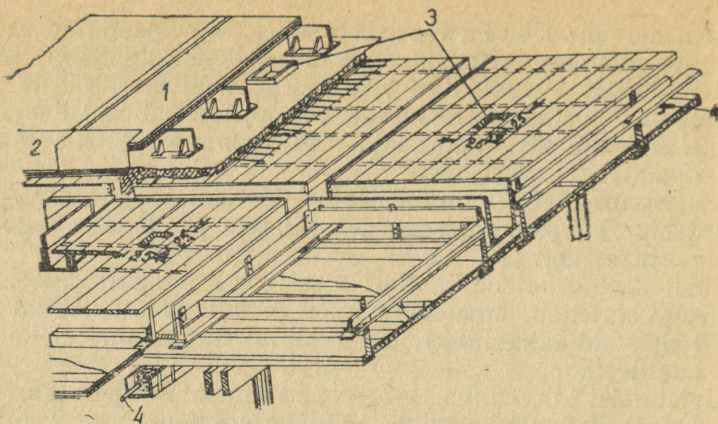
Real juhtudel (peamiselt konstruktsioonides pinnamooduliga üle 5), kui betooni soojusvarud ei ole kivistumiseks küllaldased ning ta võib külmuda enne, kui saavutab 50% tugevusest, samuti siis, kui konstruktsioon tuleb kiiresti eksploatatsiooni anda, tuleb paigaldatud betooni soojendada auru, elektrivoolu või kuuma õhuga.

Aursoojendusel luuakse konstruktsiooni paigaldatud betooni ümber soe ja niiske keskkond, mis loob soodsad tingimused betooni tugevuse kiireks kasvuks, sest mida kõrgem on temperatuur, seda kiiremini kivistub betoon ja kasvab tema tugevus.

Sagedamini kasutatavaks aursoojenduse viisiks on betooni kuumutamine aurusärkide abil. Ribidega vahelagede betoneerimisel on aurusärgiks kahekordne raketis. Selle alumine tihevooderdus on vineerist või õhukestest laudadest, millele on asetatud tõrvapapi kiht (joon. 148); vooderdus asub talade või partealumise pinna kõrgusel. Pealt kaetakse betoon 15—20 cm betoonipinnast kõrgemal asuva soojapiirdega. Aur juhitakse mööda torustikku särgi alumisse vahesse (plaadi alla), ta täidab selle ja tungib plaadisse jäetud avade kaudu edasi särgi ülemisse vahesse (plaadi peale).

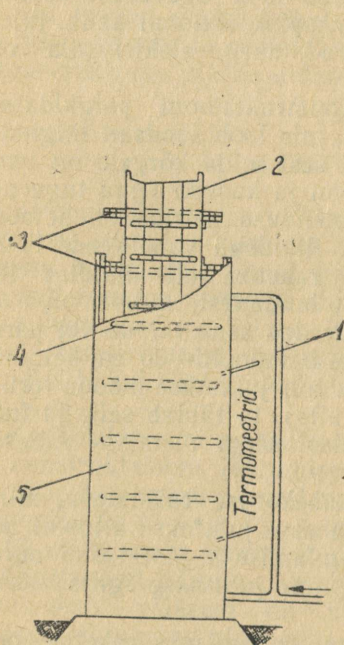
Ka sammaste aurusärg tehakse kahekordse raketisena, mille laudiste vahekaugus on 10—15 cm; vahesse juhitakse altpoolt aur (joon. 149). Betooni ühtlaseks soojendamiseks jaotatakse aurusärgid 3—4 m kõrgusteks lõikudeks; aur juhitakse igasse lõiku eraldi.

Mõnikord tehakse sammaste aursoojendamiseks raketise laudade vahekohtadesse kolm- või nelinurkse ristlõikega kanalid (nn. kapillaarid) (joon. 150); selleks tehakse samba raketis vähemalt 40 mm paksustest laudadest. Kanalid kaetakse plekist või vineerist ribadega. Liikudes mööda kanaleid, soojendab aur betooni.



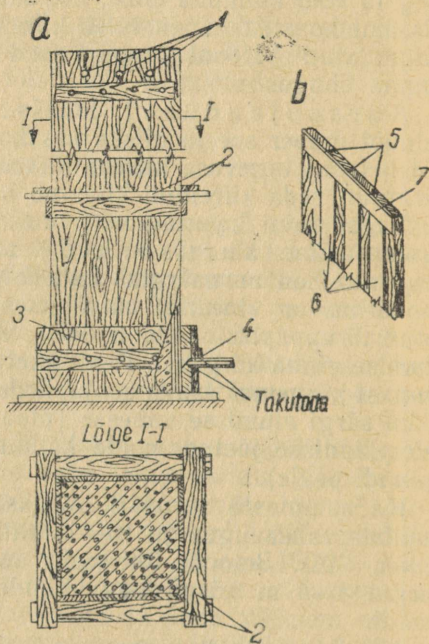
Joon. 148. Raudbetoonvahelae aurusärk

1 — kilp; 2 — tõrvapapp; 3 — avad auru läbilaskmiseks; 4 — aurutorustik



Joon. 149. Samba aurusärk

1 — aurutorustik; 2 — raketis; 3 — rangid sisselõigetega auru läbilaskmiseks; 4 — vahetõke; 5 — väliskilp



Joon. 150. Samba kapillaarraketis

a — külgsaade; b — kapillaarraketise kilbi ülemine osa; 1 — avad auru väljalaskmiseks «kapillaaridest»; 2 — rangid; 3 — auru jaotuskarp; 4 — auruvoolik; 5 — «kapillaaride» ülemised avad (topitakse kinni); 6 — «kapillaare» kattev katuseplekk või vineer; 7 — katusepleki ribad

Aurutamisel kasvab betooni tugevus eriti kiirelt esimese 20—30 tunni jooksul, seetõttu piirduakse tavaliselt 24—36-tunnise aurutamisega. Selle aja jooksul saavutab betoon nõutava tugevuse.

Aurutamine koosneb kolmest etapist:

a) betooni temperatuuri tõstmine (toimub järk-järgult, kiirusega 5—8° tunnis);

b) betooni hoidmine püsival kuni 80° temperatuuril;

c) aeglane jahutamine (kuni 8° tunnis).

Soojendamise alguses ei tohi paigaldatud betooni temperatuur olla alla +5°.

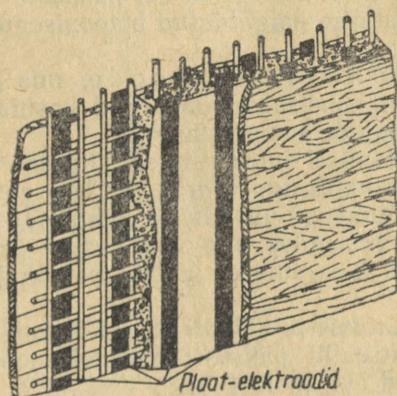
Raketise ja soojendatud konstruktsioonide soojapiirde tohib maha võtta alles siis, kui betoon on jahtunud kuni +5°-ni ning kui ta selle aja jooksul on saavutanud vajaliku tugevuse.

Elektersoojendust kasutatakse, nagu aursoojendustki, õhukeste konstruktsioonide betoneerimisel, kui pinnamoodul on üle 5. Elektersoojendus võib toimuda kahel viisil: elektrodide abil või küttekehadega.

Elektroodsoojendus seisneb elektrivoolu laskmises elektrodide abil läbi äsjapaigaldatud betoonisegu. Betoonisegu elektrilise takistuse tõttu muundub elektrienergia soojusenergiaks ja soojendab betooni.

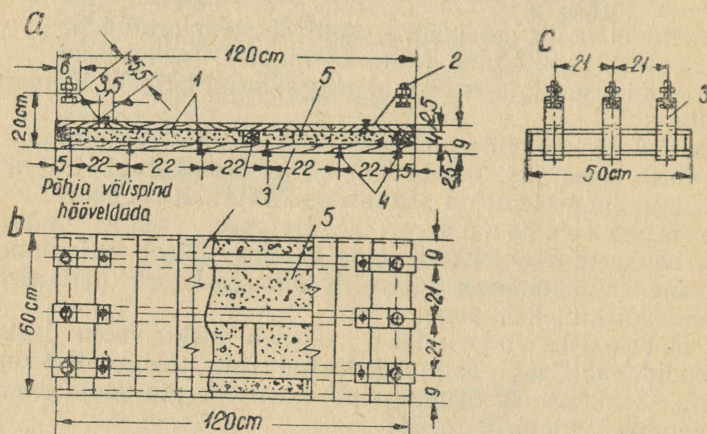
Elektersoojendust kasutatakse ainult siis, kui kõik raketisega piiramata betoonipinnad on kaetud. Betooni soojendatakse ja jahutatakse järk-järgult, samuti nagu aursoojendusel.

Äsjapaigaldatud betoonisegu lülitatakse elektrodide abil vooluahelasse; elektrodideks on betooniga tihedalt kokku puutuvad metallplaadid või betooni asetatavad metallvardad.



Joon. 151. Plaat-väliselektrodide
asetus seina betoneerimisel

Plaatelektroode kasutatakse kas väliselektroodidena, mis asetatakse raketise sisepinnale (joon. 151) ja mida kasutatakse seinte, lintvundamentide ja muude vähemalt 5 cm paksuse betoonkaitsekihiga konstruktsioonide soojendamiseks, või elektroodpaneelidena (joon. 152), mida kasutatakse raudbetoon-vaheleplaadide soojendamiseks.



Joon. 152. Elektroodpaneel

a — lõige; b — plaan; c — otsvaade; 1 — tõrvapapp; 2 — kontaktpolt läbimõelduga 12 mm; 3 — terasroogas 50 × 4 mm; 4 — kinnituskruvid; 5 — saepuru või mineraalvatt

Varraselektroode (joon. 153) kasutatakse laialdaselt seinte, sammaste ja vähemalt 15 cm paksuste plaatide soojendamiseks. Nad asetatakse paigaldatud betoonisegusse töötava armatuuri suhtes risti.

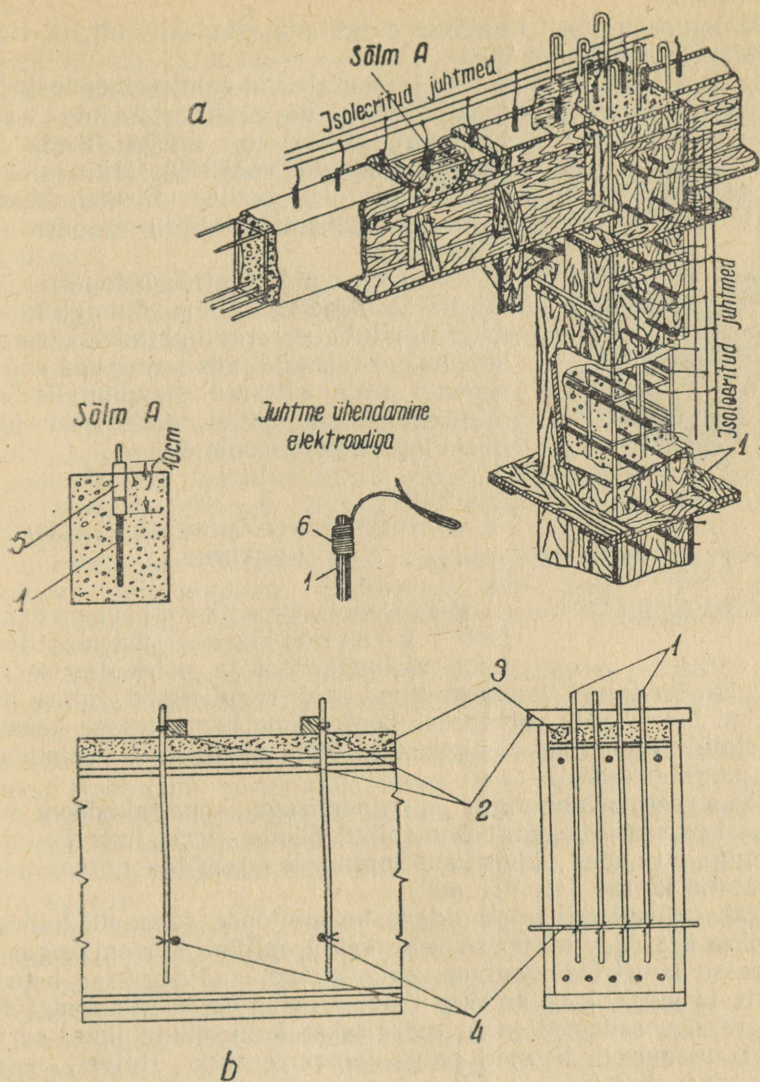
Kasutatakse ka keelelektroode, mis asetatakse betooni piki soojendatavat konstruktsiooni. Neid kasutatakse vähearmeeritud konstruktsioonide soojendamiseks.

Elektersoojendamisel tuleb rangelt jälgida, et elektroodid ei puutuks kokku armatuuriga. Teras on hea elektrijuht ning kui kaks erinevate juhtmetega ühendatud elektroodi puudutavad armatuuri, siis tekib lühiühendus, s. o. vool kasvab äkki väga tugevaks, mille tõttu võivad üles sulada ja läbi põleda juhtmed, transformatorid jne.

Et vältida armatuuri ja väliselektroodide kokkupuutumist, tuleb jälgida betoonkaitsekihi paksust. Siselektroodid peavad olema kindlalt kinnitatud (vt. joon. 153).

Vool elektersoojenduseks tuleb võtta transformatoritelt, mis alandavad pinget 50–100 voldile.

Töövuigid tuleb elektersoojendusega betoneerimisel paigutada



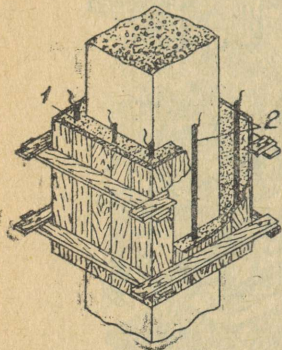
Joon. 153. Raudbetoonalade ja -sammaste elektrisoojendus varras-elektroodide abil

a — elektroodide paigutus; b — vertikaalsete varras-elektroodide kinnitus;
 1 — elektroodid; 2 — puittlatid; 3 — saepuru; 4 — armatuurilõigud; 5 — tõrvapapp; 6 — sidumistraat

nii, et kaugus vuugist betoonis olevate elektroodide reani ei ületaks 10 cm.

Betoonisegu tuleb raketisse paigutada ettevaatlikult, et elektroode mitte kohalt ära lüüa.

Betooni soojendamine tala ja peatala või samba ühenduskohas toimub kas varraselektroodidega või nn. termoaktiivses raketises, milleks on niiske tiheda saepuruga täidetud soojendussärk, millesse asetatakse elektroodid. Elektrijuhtivuse suurendamiseks niisutatakse saepuru soolalahusega.



Joon. 154. Betooni soojendamine termoaktiivses raketises

1 — niiske saepuru; 2 — varraselektroodid

4. BETOONI HOOLDAMINE JA KVALITEEDI KONTROLL

Betoonisegu kvaliteeti tuleb kontrollida süstemaatiliselt tema valmistamisel ja paigaldamisel nii suvel kui ka talvel. Laboratoorium peab regulaarselt (mitte harvem kui kaks korda vahetuses) kontrollima betooni segu koostismaterjalide doseerimise õigsust ja tema plastilisust valmistus- ning paigalduskohal.

Üheaegselt betoonisegu paigaldamisega konstruktsiooni valmistatakse samast segust kontrollkuubikute seeria, mis hoitakse betooniga samades kivistumistingimustes ja mida proovitakse ettenähtud korras (vt. VII ptk.).

Igal ehitusplatsil tuleb pidada betoonitööde žurnaali. Sellesse kantakse iga päev märkmed selle kohta, milline betooni kogus ja millisesse konstruktsiooni on paigaldatud, näidatakse betooni koostis ja mark, kirjeldatakse tööde teostamise tingimused (õhutemperatuur, sademed jne.), märgitakse kontrollkuubikute surveproovi tulemused, betooni paigaldustemperatuur (talvel), lahtirakestatamise kuupäev ja palju muid andmeid, sõltuvalt igal erijuhul betoonile esitatavaist nõudeist.

Lisaks ülalöeldule jälgitakse talvel pidevalt vee ja täitematerjalide temperatuuri, betoonisegu temperatuuri ning kivistuva betooni temperatuurirežiimi.

Ehitusel tuleb pidada ka temperatuuride kontrolli žurnaali, kuhu kantakse andmed betooni ja kontrollkuubikute hoidmisvi-

side ja -aegade kohta, betooni temperatuuri kohta hoidmisperioodil jne.

Betooni- ja raudbetoonitööde vastuvõtmisel saab betoonitööde žurnaali ja temperatuuride kontrolli žurnaalide abil kindlaks teha kuivõrd tehniliselt õigesti töid teostati.

Lõpetatud betoonitöid ja üksikuid konstruktsioone on lubatav vastu võtta siis, kui nad on saavutanud projekteeritud tugevuse. Vastuvõtmisel tuleb konstruktsioonid üle vaadata ja üle mõõta, kusjuures võrreldakse tegelike mõõdete vastavust projektikohastele. Peale selle tuleb kontrollida pindade vertikaalsust ja horisontaalsust.

Varjatud tööde kvaliteeti, mida vastuvõtmisel ei ole võimalik kontrollida, tõestatakse vastavate varjatud tööde aktidega. Näiteks koostatakse akt konstruktsiooni, paigaldatud armatuuri kohta, kuna pärast betoneerimist on armatuuri kontrollimine võimatu.

Kui konstruktsiooni vaatlus ja kontrollkuubikute proovimise tulemused ei veena, et betooni kvaliteet ehituses vastab nõuetele, siis kontrollitakse konstruktsiooni proovikoormamisega. Sillad ja teised taolised ehitised proovitakse alati proovikoormamisega (rongiga vms.).

Kui betoonile esitatakse peale tugevuse ka muid erinõudeid (tiheduse, külmakindluse, veetiheduse jne. osas), siis tuleb betooni vastavust neile nõuetele kontrollida nii tootmisprotsessis kui ka tööde vastuvõtmisel.

Betoonitööde kvaliteedi hindamisel juhindutakse ehitus- ja montaažitööde teostamise ja vastuvõtmise tehnilistes tingimustes lubatud kõrvalekaldumistest.

Betooni hooldamine on betoonitöödel väga oluliseks lõiguks. Hoolimata materjalide heast kvaliteedist, betoonisegu õigest koostisest, õigest paigaldamisest ja hoolikast tihendamisest, võib vajaliku hooldamise puudumine viia selleni, et betooni kvaliteet on madal, mõnikord isegi täiesti kõlbmatu — kuni konstruktsiooni avariini.

Betooni hooldamine on eriti oluline tema kivistumise esimestel päevadel. Mida värskem on betoon, seda ohtlikumad on talle löögid, põrutused, negatiivsed temperatuurid ja kuumus.

Suvel tuleb kivistumise esimese 3—14 päeva jooksul (sõltuvalt tsemendist) hoida betooni niiskena. Selleks valatakse teda puhustiga vooliku abil järjekindlalt veega üle. Veejuga peab langema värskeltpaigaldatud segule vihmana, et vältida segu laialiuhumist.

Temperatuuril üle $+15^{\circ}$ tuleb betooni esimese kolme päeva jooksul üle valada: päeval — vähemalt iga 3 tunni järel, öösel — vähemalt üks kord; hiljem — vähemalt kolm korda ööpäevas.

Betooni kaitseks päikesekiirte eest, niiskuse väljaauramise aeglustamiseks ja värske betoonisegu kaitseks tugeva vihmaga laiali-

uhtumise eest kaetakse betooni lahtised pinnad niiske roguski või kotiriidega.

Kui ülevalamine on mitteküllaldane või betooni pind katmata, võib see (eriti kuuma ilmaga) põhjustada betooni heledaks tõmbumist. Betooni valkjas värv on tema tugevuse järsu vähenemise tunnus.

Betooni hooldamine talvel seisneb ettenähtud kiirusega kivistumiseks vajaliku temperatuuri ja niiskusega keskkonna loomises.

Betooni hoidmisel termosmenetlusel ja auru- või elektersoojenduse korral tehakse temperatuuri jälgimiseks vastavad 5—10 cm sügavused temperatuuriaugud. Temperatuur mõõdetakse tehniliste termomeetrite abil, mis lastakse auku 3—4 minutiks. Mõõtmise hõlbustamiseks valatakse auku pisut mineraalõli, mis omandab kiiresti betooni temperatuuri. Auk suletakse viidiga üle löödud puitkorgiga. Temperatuurid kantakse kontrollžurnaali.

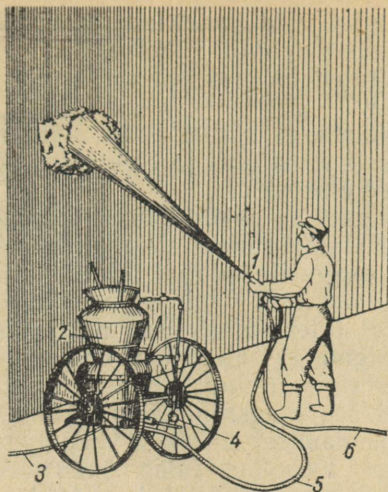
Betooni kvaliteedi puudulik kontroll ning betoonitööde teostamise ja betooni hooldamise eeskirjade mittetäitmine võivad tekitada raudbetoonkonstruktsioonides rea defekte. Nendeks võivad olla õõnsused või tühemikud betoonis, ebatasasused ja mügarikud pinnal, armatuuri paljastumine (kaitsekihi puudumine), praod jne.

Tühemikud parandatakse järgmiselt. Pärast hoolikat ülevaatast raiutakse nad lahti ja eemaldatakse kogu nõrk ja kobe betoon; puhastatakse betooni pind traatharjaga ning pestakse hoolikalt surve-veejoaga, seejärel paigaldatakse parandatavale kohale raketis ja betoneeritakse õõnsus kinni. Kinnitegemiseks kasutatakse peene kruusa või killustikuga (jämedusega kuni 20 mm) betoonisegu, mis juhitakse õõnsusse raketisse tehtud tasku või leetri kaudu. Kui tühemik ulatub läbi konstruktsiooni, näitab mördi ilmumine vastaspinnale, et tühemik on seguga täidetud. Betoonisegu tihendatakse vastavalt õõnsuse suurusele kas painduva võlliga vibraatori abil või käsitsi torkimise teel.

Suurte õõnsuste täitmisel võivad betooni mahukahanemise tõttu tekkida praod uue ja vana betooni vahel. Seetõttu kasutatakse nende parandamiseks sageli paisuvat tsementi.

Mitte mingil juhul ei tohi õõnsust kinni määrida paksu mördiga; see ei likvideeri, vaid varjab defekti ja võib põhjustada avariit.

Tavaliselt täidetakse suured, konstruktsiooni tugevalt nõrgestavad õõnsused torkreteerimise teel — nii nimetatakse betoneerimist tsemendikahuriga suruõhu abil. Joonisel 155 on näidatud õõnsuse parandamine tsemendikahuri C-165 abil. Suruõhu andmiseks kasutatakse kompressorit võimsusega 5—6 m³/min. Töörõhk on tsemendikahuris 2,5—3,5 atü, tootlikkus — 1—1,5 m³ tunnis.



Joon. 155. Öönsuse parandamine
torkreteerimise teel

1 — pihusti; 2 — tsemendikahur; 3 — suru-
õhuvooluk kompressorist; 4 — manomeeter;
5 — riidest voolik; 6 — veevooluk

5. PÕHILISED OHUTUSTEHNICA EESKIRJAD

Talvel kasutatakse paljudel ehitustel liiva ja killustiku soojendamiseks auruga soojendatavaid punkreid ja mahuteid. Enne kui lubada töölisi neid remontima, tuleb punkrid täiesti maha jahu-
tada.

Vee soojendamine terava auru abil peab toimuma kaanega paakides.

Iga auruventiili juures peab olema silt: «ettevaatust, aur»; kuumaveekraanide juures — «kuum vesi».

Töötades soojakuis tuleb eriti hoolikalt jälgida tuleohutuse eeskirjade täitmist. Soojakuid tohib valgustada ainult elektrilampidega. Soojakus peavad olema (hoolimata tuletõrjekraanide olemasolust) veetünnid, kirkad, kangid, ämbrid ja tulekustutid.

Tellingute ja töölavade trepid tuleb süstemaatiliselt puhastada lumest ja jääst. Juurdepääs neile ei tohi olla takistatud.

Kloorkaltsiumi lahustamisel tuleb kanda kaitseprille ja kindaid.

Aurusärkide aurutorustik peab olema hoolikalt isoleeritud. Kui tuleb töötada auruvoolikutega, siis ei tohi aururõhk neis ületada 0,5 atü.

Töölised tohivad minna aurutuskambrisse alles siis, kui kamber on jahtunud alla 40°.

Elektriga soojendatavaid konstruktsioone tohivad betoneerida ainult spetsiaalse ohutustehnilise instruktaaži läbiteinud töölised. Elektrisoojendusel tuleb töötada varem kontrollitud kummissaabastes ja -kinnastes.

Tuleb meeles pidada, et pärast voolu sisselülitamist on ohtlik puudutada üheaegselt armatuuri ja elektroodi või kahte erinevate faasidega ühendatud elektroodi.

Monoliitsete, samuti ka osade kaupa betoneeritavate monteeritavate konstruktsioonide suurte elementide elektrisoojendamisel peab soojendatava osaga ühendatud lahtine (sissebetoneerimata) armatuur olema maandatud. Voolu olemasolu armatuuris elektrisoojendamise korral tuleb kontrollida mitte käega, vaid mõõteriista või kontroll-lambiga. Elektrisoojenduse kohal peab tingimata olema punane signaallamp, mis asub nähtaval kohal ja süttib voolu laskmisel soojendusliini. Jäiga armatuuriga konstruktsioonide elektrisoojendamisel ei lubata kasutada pinget üle 100 V.

Elektrisoojenduse töökohad tuleb ümbritseda kaitsepiirdega ning öösel hästi valgustada. Töökoha piiridele tuleb paigutada hoiatussildid.

Pinge all olevail osadel peab olema organiseeritud pidev ööpäevane valve kvaliifitseeritud elektrimontööridest, samuti peavad olema välja pandud voolust vigastatule esmaabi andmise reeglid.

Elektrisoojenduse tsoonis tohib ajutises elektrivõrgus kasutada ainult isoleeritud juhtmeid ПП-500. Tsoonis töötajad peavad olema eriti ettevaatlikud elektroodide kontrollimisel ja betooni temperatuuri mõõtmisel.

XII p e a t ü k k

MONTEERITAVATE RAUDBETOONKONSTRUKTSIOONIDE JA -DETAILIDE VALMISTAMINE

Käesoleval ajal on loodud ja areneb tormiliselt edasi monteeritavate raudbetoondetailide tööstus oma polügoonide ja tehastega, mille tootlikkus on kuni 190 000 m³ detaile aastas.

Monteeritavat raudbetooni kasutatakse laialdaselt kõigis ehituse harudes. Teda kasutatakse tööstus-, tsiviil- ja kommunaalehituses, mille jaoks valmistatakse monteeritavaid raudbetoonsambaid, talasid, vahelagede paneele, sein- ja vaheseinapaneele, trepimarsse ja -podeste, silluseid, aknalaudu ja vundamente, sõrestike elemente, katepaneele, kraanatalasid, vundamente, piirdeid, piitasid ja aknaraame. Transpordiehituses püstitatakse monteeritavaid raudbetoonsildu, viadukke, tunnelid, torusid, platvorme, kontaktliinide maste. Laialdaselt kasutatakse ka raudbetoonliipreid.

Põllumajandusehituses kasutatakse monteeritavat raudbetooni

remondi- ja tehnikajaamade, loomakasvatushoonete, silode, viljaladude, kasvuhoonete, lavade jne. ehitamisel.

Üheaegselt monteeritava raudbetooni tootmise ja ehituses kasutamise kasvule paraneb ka tema kvaliteet ja tõuseb tootmiskultuur.

Monteeritavast raudbetoonist konstruktsioonide ja detailide massiline kasutamine soodustab ehituse industrialiseerimist ja ehitusplatside muutmist hoonete ja ehitiste raudbetoonelementidest kokkumonteerimise paigaks.

Kuni 5 t tõstejõuga tornkraanade (BK-5-195, BKCM-5-5 jt.) olemasolu ehitustel võimaldab kasutada suuri monteeritavaid raudbetoon detaile. Näiteks kasutatakse praegu terve ruumi suurusi vahelaepaneele pinnaga kuni 25 m², mille laepind on ette valmistatud maalritöödeks ja pealispind — parketi paigaldamiseks. See vähendab tööde mahtu umbes 5 korda, võrreldes kuni 10 m² suuruste plaatide paigaldamisega.

Monteeritava raudbetooni kasutamine vähendab betooni ja terase kulu umbes 20 % võrra, puitmaterjalide kulu vähemalt 25% võrra (võrreldes monoliitse betooniga), tagab töoviljakuse tõusu ning ehituse kiirenemise ja vähendab ehitustööde maksumust.

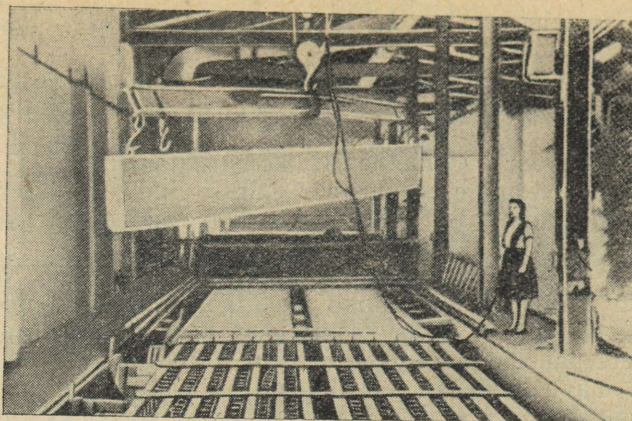
1. MONTEERITAVATE RAUDBETOONDETAILIDE VALMISTAMINE

Monteeritavaid raudbetoon detaile ja -konstruktsioone valmistatakse tänapäeval mitmesugustes, nii tüübilt kui ka tehnoloogilise protsessi iseloomu poolest erinevais ettevõtteis.

Tüübilt jaotatakse need ettevõtted tehasteks ja polügoonideks (lahtised väljakud, mis on kohandatud ja varustatud seadmetega raudbetoon detailide valmistamiseks). Tehnoloogiline protsess võib neis olla mitmesugune: tooteid võib valmistada stendi, vool-agregaat- või konveiermenetlusega.

Stendimenetlus tähendab, et monteeritavad raudbetoon detailid valmistatakse stendidel liikumatutes mitteteisaldatavas vormides. Kõik detailide valmistamiseks kasutatavad seadmed liiguvad piki stendi ja sooritavad rea tehnoloogilisi operatsioone (betoonisegu paigaldamine ja tihendamine, toodete vabastamine vormidest jne.). Vormist vabastatud tooted jäävad paigale kuni lattu viimiseks küllaldase tugevuse saavutamiseni.

Joonisel 156 on kujutatud stenditüüpi tsehh, milles valmistatakse raudbetoonist talasid. Stend on süvistatud maasse 80 cm allapoole põranda pinda ning jaotatud põikseintega reaks kambriteks. Kambrite (stendi) laius on 4—5 m, nende pikkus määratakse valmistatava toote maksimaalse pikkuse järgi. Kambri seinad on ehitatud tellistest ja krohvitud; põrand on betoonist, lihvitud. Kambriid on ühendatud aurutorustikuga. Talade valmistamisel asetatakse raketis kambri põhja. Toote külge jäämise vältimiseks



Joon. 156. Stenditüüpi tsehhi tehases. Joonisel on kujutatud raudbetoon-peatala valmistamine. Näha on vormid armatuurikarkassidega ja raudbetoonitaladega. Telferiga tõstetakse talad traaversi abil raketisest välja ja viiakse valmistoodete lattu

seks puistatakse põrandale enne betoneerimist värvipritsiga kriidi kiht. Vormide määrimiseks kasutatakse mõnikord töötanud masinaõli, kuid siis on detailide pinna krohvimine ja pahteldamine raskendatud. Vorme võib määrada ka vedela savimäärdega, kriidipiimaga jne.

Pärast vormide määrimist asetatakse neisse talade armatuuri-karkassid. Betoonisegu tuuakse kohale telferiga teisaldatavais avatava põhjaga punkrites. Punkrist vormi puistatud betoonisegu tasandatakse ja tihendatakse elektrivibraatoritega. Kui kambris on kõik talad betoneeritud, suletakse kamber kaantega või presendiga ja lastakse aur sisse. Aurutusrežiim (auru temperatuur ja hoidmise kestus) määratakse laboratoorselt. Aurutamiseks kasutatakse küllastunud auru temperatuuriga 60 kuni 80°. Kogu aurutustsükkel kestab 8 kuni 18 tundi. Kambrist väljudes on betooni tugevus 70—90% 28-päevasest tugevusest. Kui aurutusprotsess on lõppenud, siis tõstetakse valmis talad telferiga stendist välja ja transporditakse valmistoodete lattu.

Tsehhi kasuliku pinna kasutusastme tõstmiseks (stendimenetluse korral) kasutatakse toodete mitmekihilist paigutamist. Pärast alumise kihi toodete betoneerimist paigaldatakse vormid toodete betoneerimiseks teises kihis jne. Selline meetod võimaldab stendi pinda tunduvalt paremini ära kasutada.

Stendimenetluse ökonoomsuse põhiliseks tingimuseks on tsehhi betoneerimispinna ringluse kiirendamine. Selleks tuleb kasutada

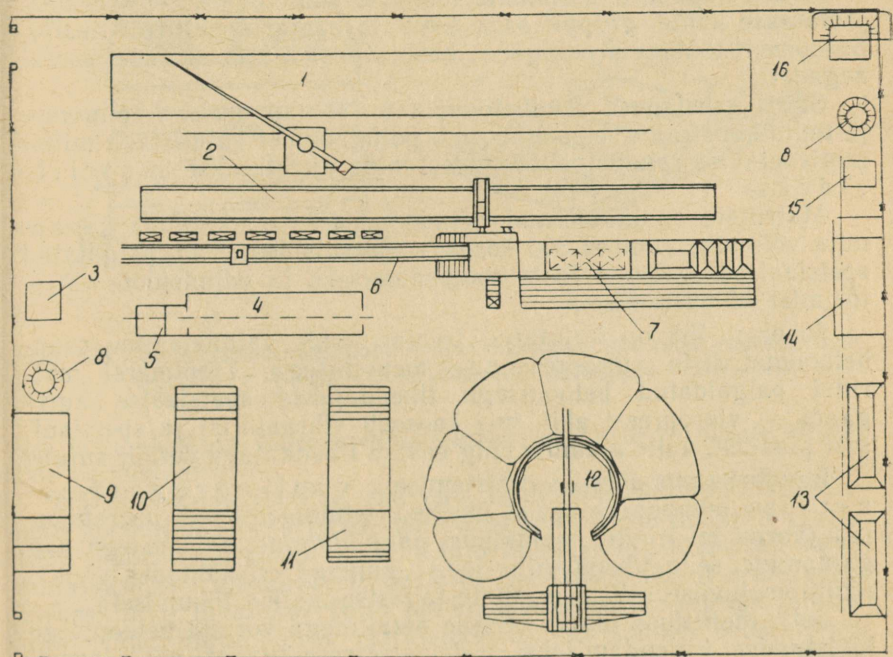
kiireltkivistuvaid tsemendiliike, kivistumise kiirendajaid ja jäiku betoonisegusid.

Jäigad betoonisegud lühendavad kivistumisaegu harilikus temperatuuris 1,5—2 korda, kusjuures betooni tugevus ning tsemendikulu jäävad samaks.

Stendimenetlust soovitatakse eelkõige suurte detailide valmistamisel, mida ei saa toota liikuvates vormides; samuti ka raudbetootodete valmistamisel polügoonidel.

Polügoonid rajatakse kas statsionaarsete ettevõtetenä (kui rajoonis pole vastavaid tehaseid) või teisedaldatavate ettevõtetenä üksikute väikeste ehituste varustamiseks. Samuti rajatakse polügoone tehaste territooriumile (töötava või ehitusel oleva tehase tootlikkuse suurendamiseks) või ehitusplatsile — suurte elementide valmistamiseks, mille transportimine pole võimalik.

Kui polügoon ehitatakse rajooni teenindamiseks, siis kuuluvad tema koosseisu: stendid raudbetootodete valmistamiseks; katusealused, kerged või kokkupandavad hooned väikeste toodete val-



Joon. 157. Polügooni generaalpöan, tootmisvõimsus 10 000 m³ detaile aastas
 1 — valmistoodete ladu; 2 — stend raudbetoonelementide vormimiseks ja kuuntöötlemiseks;
 3 — trafoalajaam; 4 — vibroplatvormi katusealune; 5 — maapealse aurutuskambriid; 6 —
 pikke talade valmistamise seade; 7 — tsemendiladu; 8 — tuletõrje-veemahuti; 9 —
 administratiiv-majandusruumid; 10 — armatuuritöökoda; 11 — raketisetöökoda; 12 — täite-
 materjalide ladu; 13 — söeladu; 14 — katlamaja; 15 — tuhaladu; 16 — kütte- ja määrd-
 aineteladu; 17 — segusõlm

mistamiseks; segusõlm; armatuuri- ja raketisetöökoda; katlamaja; laboratoorium ning mitmesugused muud majandusehitised ja laod. Sellise iseseisva polügooni, mille tootmisvõimsus on 10 tuh. m³ detaile aastas, generaalplaan on toodud joonisel 157.

Toote valmistusprotsess polügoonil stendimenetlusel ei erine ülalkirjeldatust. Erinevus võib olla ainult betoonisegu transportimisviisis (iseliikuvates punkrites, auto-isekallutajates, vagonetides, kärudes jne.), betooni tihendamiseks kasutatavates vibraatorites ning valmisdetailide lattu viimise mehhanismides (telferid, mitmesugused kraanad).

Talvel on töötamine stenditüüpi polügoonidel keerukam, tööliste töötingimused halvemad. Stenditüüpi polügooni territoorium on väikese toodangu juures suhteliselt suur.

Ratsionaalsemalt kasutatakse polügoonide tootmisvõimsusi vool-agregaatmenetluse rakendamisel (vt. allpool) või koos stendiliinidega. Betoonisegu valmistamine ja toodete betoneerimine toimuvad siin polügooni soojas betoneerimissõlmes.

Kõik polügoonid, sõltumata tootmise tehnoloogilisest skeemist, jaotatakse kahte gruppi: sesoonselt ja aastaringiselt töötavaks. Sesoonselt töötavaid polügoone kasutatakse ainult soojadel aasta-aegadel.

Suuri vahelagede raudbetoonplaate, seinapaneele, trepimarsse ja muid konstruktiivseid elemente võib polügoonidel valmistada mittelehtivõetavais raudbetoonvormides, mida nimetatakse matriitsideks.

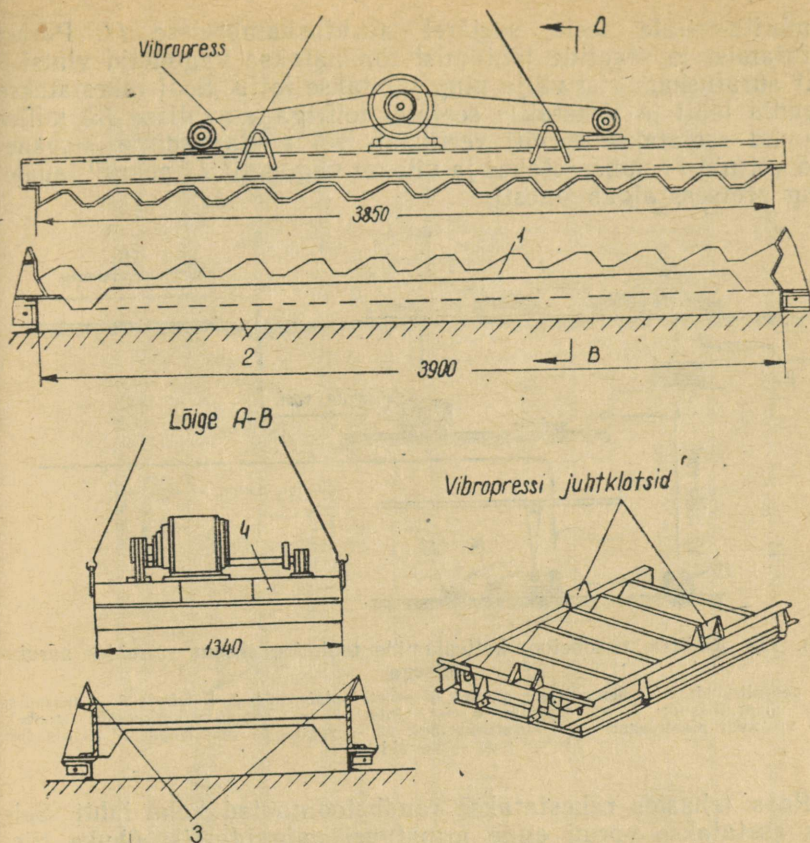
Matriitsid on liikumatud. Nende eeliseks on korduva kasutamise võimalus (umbes 300 korda). Matriitsidesse on paigutatud spetsiaalsed seadmed toote soojendamiseks ja valmistoote väljatõstmise hõlbustamiseks.

Joonisel 158 on kujutatud trepimarsside valmistamine raudbetoonmatriitsis vibropressimise menetlusega. Trepimarsi matriitsi paigaldatud betoonisegu tihendatakse spetsiaalse agregadi — vibropressi abil, mis koosneb vibraatorist ja spetsiaalsest plaadist, mille alumine külg vastab tihendatava detaili kujule.

Raudbetoonitoodete valmistamise vool-agregaatmenetluse omapäraks on, et üksikud tehnoloogilised operatsioonid (vormi määrimine, armatuuri paigaldamine, betoonisegu paigaldamine, segu tihendamine jne.) toimuvad eri kohtadel, võimalikult vooluviisiliselt, s. o. toote tagasisuunalise liikumiseta.

Selle menetluse juures viiakse detailidega vormid betoonisegu kivistumise kiirendamiseks spetsiaalsetesse tunnel- või süvenditüüpi aurutuskambritesse. Vormid viiakse ühelt töökohalt teisele mitmesuguste tõste-transpordivahendite abil, harilikult kraanade ja telferitega.

Vool-agregaatmenetlus on eriti otstarbekohane paljude erisuguste toodete valmistamisel. Seetõttu kasutatakse teda tehastes,

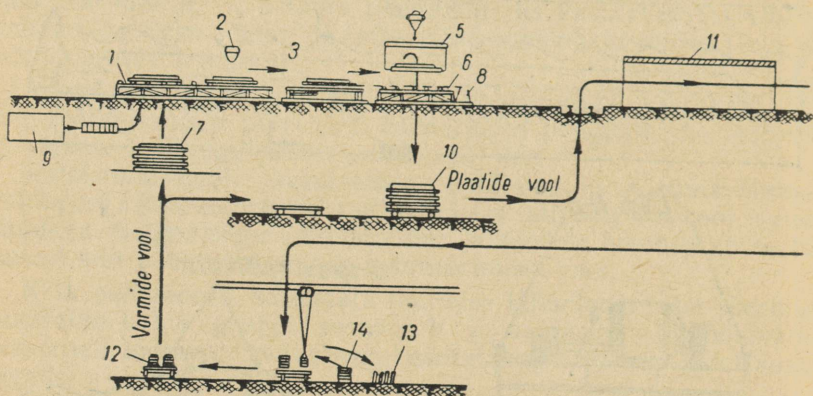


Joon. 158. Trepimarsside valmistamine vibropressimise teel raudbetoonmatriitsil
 1 — trepimarss; 2 — matriits; 3 — vibroressi juhtklotsid; 4 — vibroress

kus võib üksikuid lööve spetsialiseerida väikeste ja suurte detailide valmistamiseks.

Näiteks valmistatakse ribidega raudbetoon-katteplaadid väikeste toodete löövis järgmise tehnoloogilise skeemi kohaselt (joon. 159). Tühi, puhastatud ja tarvitatud masinaõliga määratud vorm asetatakse pearull-läuale 1. Seejärel asetatakse vormi armatuuri-karkass ning lükatakse vorm punkri 2 alla betooniseguga täitmiseks. Nüüd liigub vorm vibrolauale 3, kus toimub betoonisegu tihendamine. Vibreerimise ajal asetatakse plaatide ribidesse metall-tõsteasasid (aasade otsad viiakse armatuurikarkassi alla). Pärast vibreerimist tasandatakse ja silutakse betooni pind. Seejärel liigub vorm koos plaatidiga rull-lauale 6, kust tõstetakse 1 t tõstejõuga elektritelferi 4 abil vagonetile 10, millel vormide vahele asetatakse puit-vaheklotsid. Vagonetid vormidega lükatakse

kambrite-esisele teele, seejärel aurutuskambreisse 11. Pärast aurutamist ja plaatide jahtumist tõmmatakse vagonetid vintsi 8 abil aurutuskambrist välja ning juhitakse lattu. Seal rakestatakse plaadid lahti ja tõstetakse seejärel telfriga staablisse 13, milles plaadid asetatakse serviti vertikaal- või kaldasendisse. Vabane- nud vormid 14 puhastatakse ja viiakse vagonetil 12 pearull-lauale, ning protsess algab uuesti.



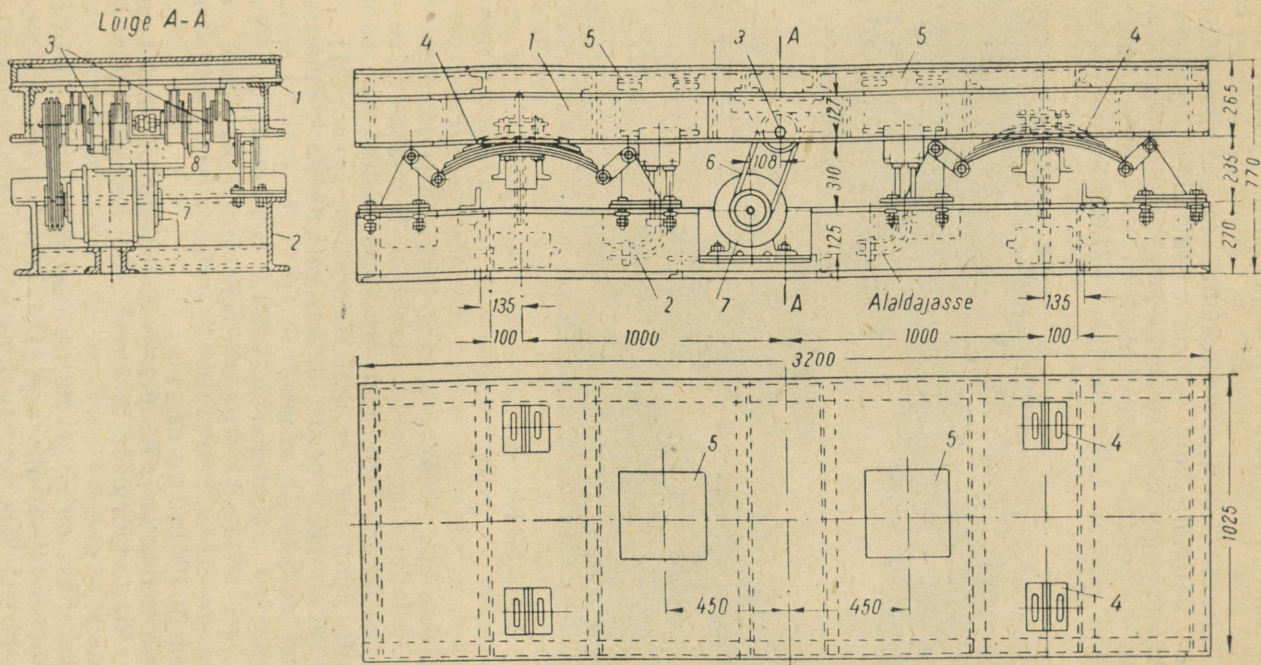
Joon. 159. Ribiliste raudbetoon-katteplaatide tootmise skeem vormides auruta- misega

- 1 — pearull-laud; 2 — betoonisegu punker; 3 — vibroplatvorm; 4 — telfer; 5 — traavers;
 6 — lõpprull-laud; 7 — vormid; 8 — vintsi; 9 — armatuurikarkasside staabel;
 10 — vagonett plaatidega; 11 — aurutuskamber; 12 — vagonetid vormidega; 13 — plaadid;
 14 — vormid

Reas tehastes rakestatakse raudbetoonitooted kohe lahti. Sel- leks asetatakse vormi enne armatuuri paigaldamist õhuke riie, mis hõlbustab toote vabastamist vormist. Pärast betoonisegu paigaldamist ja tihendamist kinnitatakse vormile aluskilp. Seejä- rel tõstetakse vorm koos tootega telferi abil üles, pööratakse 180° võrra ümber ja asetatakse aluskilbile, siis tõstetakse vorm pealt ära ning saadetakse aluskilbile jäänud detail aurutuskambrisse.

Suuremõõtelised tooted, sealhulgas tööstushoonete vahelagede kattepaneelid, valmistatakse järgmiselt. Paneeli vorm määratakse ja asetatakse vibroplatvormile. Seejärel paigaldatakse armatuuri- karkass ning täidetakse vorm iseliikuva betoonipaigaldaja abil betooniseguga. Samaaegselt lülitatakse sisse vibroplatvormi elektrimootor. Nii toimub segu kompleksne paigaldamis- ja tihen- damisprotsess.

1000 kg kandejõuga vibroplatvorm (joon. 160) koosneb järg- mistest osadest: ülemine raam 1 (vibrolaud), mis annab võnku- mise üle vormile; alumine raam 2, mis on tugikonstruktsiooniks; vibraator 3, milleks on võll ekstsentrilise koormusega ketastega 8; vedrud 4, mis on elastseks sidemeks vibroplatvormi liikuvate ja

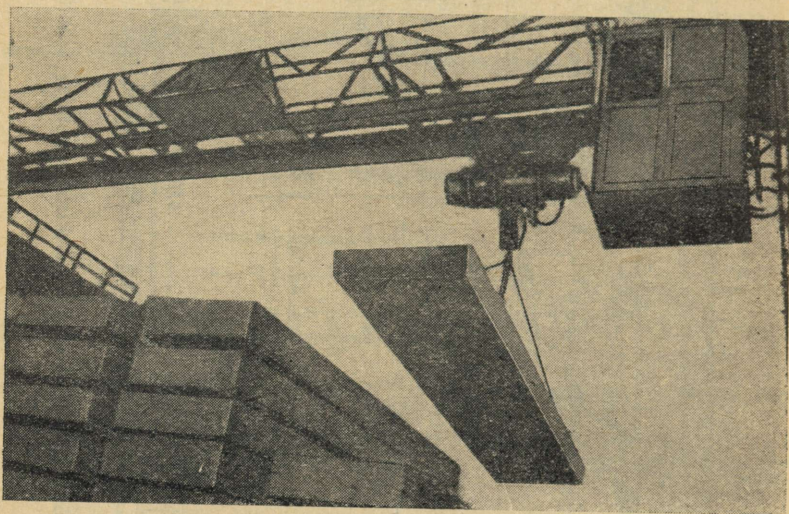


Joon. 160. Vibroplatvorm kandejõuga 1000 kg, vormide elektromagnetilise kinnitusega

liikumatute osade vahel; elektromagnetid 5 vormi kinnitamiseks vibreerimise ajal ja elektrimootor 7 painduva (rihm-) ülekan-
dega 6.

Enne lülitatakse sisse elektromagnetid, seejärel vibroplatvormi elektrimootor. Väljalülitamine toimub vastupidises järjekorras.

Pärast betoonisegu tihendamist haaratakse vorm koos tootega sildkraanaga ja viiakse ühte antud löövi aurutuskambritest. Aurutusrežiimi määrab laboratoorium. Pärast aurutamist tõste-



Joon. 161. Toote asetamine valmistoodangu lattu

takse vorm detailiga sildkraana abil lahtirakestamiskohta. Talvel laotakse detailid enne tsehhis staablisse ja viiakse valmistoodete lattu alles hiljem. Suvel transporditakse tooted otse valmistoodangu lattu ning laotakse seal staablitesse (joon. 161).

Vormid puhastatakse pärast detaili väljatõstmist, määratakse ja viiakse uuesti betoneerimisele.

Monteeritavate raudbetoondetailide valmistamise voolkonveiermenetlust on otstarbekohasem kasutada raudbetoonist masstoodete valmistamiseks suurtes tehastes, mille võimsus on vähemalt 100 000 m³ aastas.

Konveiermenetlus on eriti efektiivne toodete piiratud nomenklatuuri ja väheste tüüpimoodete korral (ühel konveieril kuni 4–5 erinevat tüüpi).

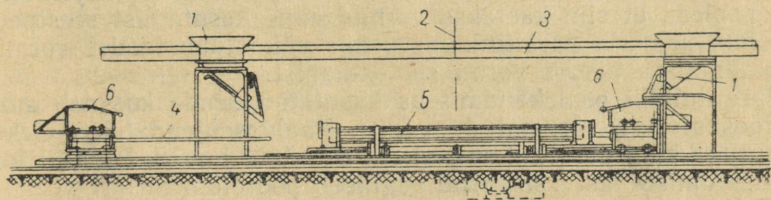
Konveierprotsess on ringprotsess: vagonett, millel vormitakse detail, liigub tsükliliselt ühe agregaaadi juurest järgmise juurde; nii tehakse järjest kõik toote valmistamise tehnoloogilised ope-

ratsioonid. Neist olulisemateks on: lahtirakestamine, vormi puhastamine ja määrimine, armatuurikarkasside paigaldamine, betoonisegu paigaldamine, segu tihendamine. Pärast neid operatsioone läheb vagonett tootega mööda traaversteed pidevalt töötavasse tunnel-aurutuskambreisse.

Vagonetid lükatakse ühe agregaadid juurest teise juurde automaattõukuri abil perioodiliselt pärast seda, kui operatsioonid konveieri kõigil agregaatidel on lõpetatud.

Vormide edasilikumist juhitakse tsentraalselt juhtimispuldilt. Konveieri ühtlane liikumine on saadud sel teel, et konveieri vorm-vagonetid on ühepikkused. Konveieri liikumise rütmiks on võetud 15 min. — tööoperatsiooni maksimaalse kestuse järgi.

Torude valmistamise tehnoloogia erineb kõigi teiste raudbetoonkonstruktsioonide valmistamisest.



Joon. 162. Tsentrifugaalmasina skeem

1 — punker; 2 — telferi telg; 3 — estakaad; 4 — toitelusikas; 5 — tsentrikuug;
6 — toitja

Kasutatakse mitut raudbetoonitorude valmistamise viisi. Kõige levinum on tsentrifugaalmeetod. Torud valmistatakse sel meetodil tsentrikuugimise teel, mis seisneb selles, et metallvorm, millesse on asetatud betoonisegu, pannakse pöörlema. Seejuures tekivad tsentrifugaaljõud jaotavad segu ühtlase kihina mööda vormi pinda ja tihendavad ta.

Tsentrikuugimiseks kasutatakse vastavaid masinaid — tsentrikuuge.

Torud valmistatakse järgmiselt. Betoonisegu langeb segistist punkrisse 1 (joon. 162), mis asub toitelusika kohal. Punkrist lastakse segu toitelusikasse 4, mis lükatakse vormi ning jaotab järkjärgult ümber pöördues betoonisegu kogu vormi pikkusele.

Torused võib valmistada nii lahtivõetavais kui ka kinnistes vormides.

Torude valmistamine lahtivõetavais vormides toimub järgmiselt: vorm määratakse kokkumonteerimisplatsil, siis asetatakse temasse armatuurikarkass ja seejärel suletakse vorm poltide või kinnitusklambritega. Tsentrikuugitavate torude spiraal-armatuurikarkassid valmistatakse spetsiaalsetel kerimismasinatel.

Torutsehhis kruvitakse vormi külge äärikud ning asetatakse ta

laadimismasinale. Vormi täitmine toimub tema pööreldes kiirusega 150—500 pööret minutis — vastavalt valmistatava toru läbimõõdule. Pärast täitmist suurendatakse vormi pöörlemiskiirus 1000 pöördeni minutis. Selle kiirusega toimub tsentrifuugimine 10—15 min., vastavalt toru läbimõõdule.

Pärast tsentrifuugimist valatakse pinnale surutud vesi välja ja tõstetakse vorm kraana abil stellaažile, kus eemaldatakse äärikud. Seejärel asetatakse torud koos vormidega aurutuskambrisse; pärast aurutamist tõstetakse nad monteerimisplatsile, kus vabastatakse vormidest. Samas puhastatakse vormid ja monteeritakse uuesti kokku nende teistkordseks kasutamiseks. Valmis torud viiakse pärast TKO kontrolli valmistoodete lattu.

300—1000 mm läbimõõduga torude kogu valmistustsükkel kestab umbes 20—30 min. (ilma aurutamiseta).

Torude valmistamine kinnistes vormides erineb ülalkirjeldatust selle poolest, et siin kaetakse vormid enne kasutamist seestpoolt 4—5 mm paksuse parafiinikihiga, mis võimaldab toodet vormist välja tõmmata pärast vormi soojendamist.

Parafiinikihi pealekandmiseks kasutatav seade koosneb automaatdoosatoriga varustatud paagist. Paaki soojendatakse elektri või auruga kuni parafiini sulamiseni 80—100° juures. Parafiinikihi pealekandmisel lastakse vormi aeglaselt pöörelda.

Pärast aurutuskambri täitmist toodetega (vormid detailidega asetatakse vertikaalselt) suletakse kaas ja lastakse aur kambrisse. Temperatuuril 60—70° sulab parafiinikiht. Kamber avatakse, võetakse torudelt vormid, suletakse kamber uuesti ja lastakse aur uuesti sisse. Aurutustsükkel kestab kokku 10—11 tundi. Parafiin voolab kambri põhja mööda aukudesse, kust ta välja võetakse uuesti kasutamiseks.

2. JÄIKADE BETOONISEGUDE KASUTAMINE MONTEERITAVATE BETOON- JA RAUSBETOONTOODETE VALMISTAMISEKS

Võrreldes plastiliste betoonisegudega vähendab jäikade betoonisegude kasutamine tsemendikulu 25% võrra, betooni sama tugevuse ja kivistumisaja juures.

Sama tsemendikulu juures võimaldab jäikade betoonisegude kasutamine tunduvalt vähendada segu vesitsemmenttegurit ja selle arvel suurendada betooni tugevust kuni poolteist korda; varasel kivistumisperioodil aga, mis on eriti oluline, kuni kaks korda.

Sama tsemendikulu ja betooni tugevuse juures lühendab jäikade betoonisegude kasutamine tunduvalt toodete kivistumise aega (3—4 korda looduslikes tingimustes kivistumisel ja 1,5—2 korda aurutamise korral).

Kasutades jäiku betoonisegusid koos kivistumise kiirendajate ja kiireltkivistuvate tsementidega, võib betooniaurutamise asendada kivistumisega normaaltingimustes 24—48 tunni jooksul.

Jäikade betoonisegude väärtuslikuks omaduseks on nende kuju säilimine vahetult pärast vormimist, mis võimaldab kohe pärast betooni tihendamist tõmmata välja õonesdetailide õontemoodustajad ning maha võtta vormide küljekilbid.

Jäiku betoonisegusid on soovitatav valmistada sundsegamisega segisteis. Tehastes toodetavad sundsegistid (C-371 mahuga 250 l ja C-355 mahuga 500 l) erinevad vabasegamisega betoonisegistitest selle poolest, et nad on ette nähtud segu valmistamiseks, mille täitematerjali jämedus on kuni 25—30 mm. Konstruksioonilt on betoonisegisti horisontaalpinnas pöörlev trummel, milles asub vastassuunas pöörlev kolme segamislabaga võll. Valmis betoonisegu laaditakse välja tsentraalse ava kaudu trumli põhjas.

Jäiga betoonisegu valmistamise korral harilikes vabasegamisega betoonisegistites tuleb segamisega 1,5—2 korda suurendada, võrreldes plastiliste segudega.

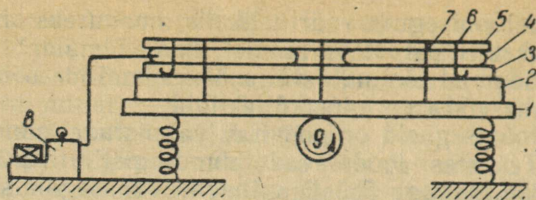
Tuleb silmas pidada, et toodete valmistamisel jäigast betoonisegust tuleb igal juhul tagada betooni maksimaalne tihendamine toote vormimisel. Segu tihenemise koefitsient (tihendatud betoonisegu tegeliku ja teoreetilise mahukaalu suhe) peab olema vähemalt 0,98. Sellise tihendusastme saavutamiseks tuleb tooted vormida ja tihendada vibraatorite abil, millede võnkesagedus on vähemalt 2800 v/min., betooniseguga täidetud vormi võnkeamplituudiga vähemalt 0,5—0,8 mm.

Segu on soovitatav tihendada täiendava koormuse all, mis asetatakse betooni pinnale.

Õhukeste (10—15 cm) toodete korral on küllaldane väike koormus kuni 30 g/cm². Tavaliselt saavutatakse see kilbi abil, mis on vabalt asetatud jäigale betoonisegule vibroplatvormil tihendamise ajaks.

Jäiga betoonisegu tihendamisel paksemates detailides (20—40 cm) on otstarbekohane varustada vabalt pealeasetatav koormuskilp spetsiaalse vibreerimismehhanismiga, muutes ta sellega vibrokoormuseks. Sel juhul tiheneb betoonisegu ülemise ja alumise vibratsiooni ning pealeasetatud koormuse mõjul.

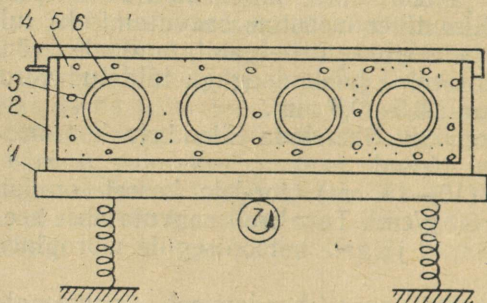
Toote tihendamisel vibrolaua leiab viimasel ajal kasutamist uus koormamisviis — pneumokoormus. Pneumokoormusseade (joon. 163) koosneb kahest koormusplaadist, mis on (nende ümbertõstmise hõlbustamiseks) ühendatud kettidega. Plaatide vahel asuvad kummist õhuballoonid, mis täidetakse õhuga kuni 1—2 atü rõhu all. Pärast koormusseadme asetamist betooniseguga täidetud vormile kinnitatakse ülemine kilp täiendavate kettide abil vibroplatvormi raami külge. Kui balloonidesse pumbatakse õhku, siis pingutuvad need ketid ja surve balloonides antakse edasi alumisele plaadile ning sellelt betoonisegule, mida seega üheaegselt vibreerimisega ka pressitakse. Balloonide rõhk võetakse vastu kettidega, mis ühendavad ülemist raami vibrolaua raa-



Joon. 163. Pneumokoormusega vibreerimise skeem
 1 — vibroplatvorm; 2 — vormid betooniseguga; 3 — alu-
 mine koormusplaat; 4 — õhukambri; 5 — ülemine koor-
 musplaat; 6 — transportketid; 7 — pingutusketid; 8 —
 kompressor; 9 — elektrimootor

miga, koormamata seejuures vibrolauda ennast. Pneumokoormuse abil võib viia lisakoormuse kuni 100—200 g/cm² või enamgi. Pneumokoormust on otstarbekohane kasutada suurte, koormus-
 seadme kaalu tunduvalt ületavate lisakoormuste tekitamiseks.

Täiendav koormus tagab toote suurema ja ühtlasema tihe-
 duse kogu tema ristlõikes ja sileda pealispinna.



Joon. 164. Sisemiste pneumaatiliste tühemiku-
 moodustajatega vibreerimise skeem
 1 — vibroplatvorm; 2 — vorm; 3 — kummikate;
 4 — ülemine surveplaat; 5 — betoonisegu; 6 —
 südamik; 7 — elektrimootor

Õonesdetailide (näiteks vahelae õõnespaneelide) valmistamisel jäikadest betoonisegudest võib kasutada õõntemoodustajaid sise-
 mise pneumokoormuse andmiseks, erinevalt ülalkirjeldatud välis-
 tist pneumokoormustest. Sel juhul (joon. 164) kinnitatakse toote
 vormi külge ülemine surveplaat, õõntemoodustajatele aga aset-
 takse hermeetilised kummikatted. Õhk surutakse kompressoriga
 katte ja õõntemoodustajate pinna vahele, kus ta tekitab betooni-
 segule igasuunalise surve.

Õonesdetailide valmistamisel jäikadest betoonisegudest võib
 küllaldase tiheduse saavutada ainult sisevibreerimise teel, vibro-

õntemoodustajate abil. Tihenduskeem on sama nagu joonisel 164, kuid ilma vibrolaua ja kummikateteta. Vibraatorid asetatakse õntemoodustajate sisse. Sel juhul ei raisata vibreerimise energiat kasutult vormi raputamiseks.

3. MULLBETOONIDEST TOODETE VALMISTAMINE

Mullbetooniks (vahtbetoon, vahtsilikaat jt.) nimetatakse kivi- taolist tehismaterjali ühtlaselt jaotatud suletud õhupooridega (mullidega), mille läbimõõt on kuni 2 mm.

Mullbetoonist tooted on üsna efektiivsed. Suletud ja üksteisest eraldatud pooridest on tingitud mullbetoonide head omadused: väike mahukaal (600 kuni 1600 kg/m³, seega 2,5 korda väiksem kui harilikel betoonidel), väike soojajuhtivus jne. Mullbetoonide tugevus on kuni 140 kg/cm². Tuleb silmas pidada, et mida väiksem on mullbetooni mahukaal, seda väiksem on ka tema tugevus.

Võimalus toota mullbetooni sellistest lähtematerjalidest, nagu peaaegu kõikjal leiduvad liivad, elektriyaamade tuhad, granuleeritud kõrgahjuräbud, soodustab mullbetoonitoodete laialdast kasutamist kõige erinevamais ehitusrajoonides. Sideainena kasutatakse vahtbetooni saamiseks tsementi, vahtsilikaadis — lupja.¹

Mullbetoonid valmistatakse segust, mis koosneb peeneksjahvatatud liivast, sideainest (tsemendist või lubjast) ja vahust, mis loob vajaliku hulga suletud poore. Põhiline kivistumisprotsess toimub autoklaavis aururõhul 8 atü ja temperatuuril 174°. Kuna mullbetooni töödeldakse autoklaavides, siis nimetatakse neid autoklaavseteks.

Autoklaavitöötlemise (autoklaavimise) peamiseks omapäraks on, et autoklaavis aurutamisel ühineb jahvatatud liiv keemiliselt vaba lubjaga ning ei ole seega enam inertne täitematerjal, vaid betoonkivi moodustumise füüsikalise-keemiliste protsesside aktiivne osavõtja.

Mullbetoonide detailide tootmisel tehastes on võimalik organiseerida tootmist vooluviisiliselt ja mehhaniseerida kõik operatsioonid.

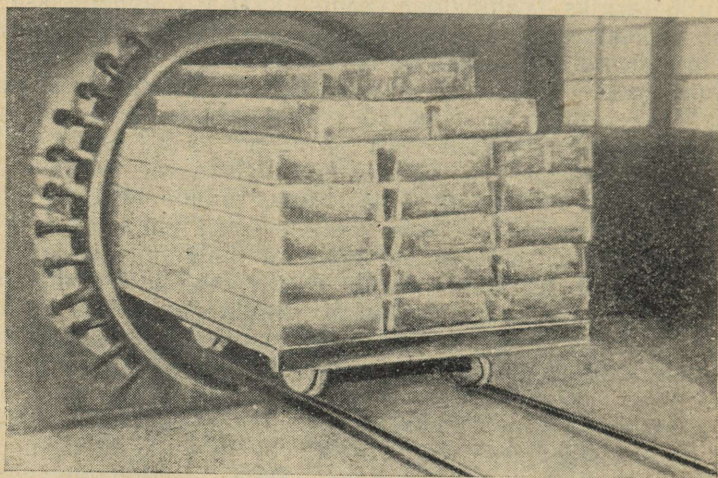
Vahutekitaja valmistamine seebijuurest toimub nelja operatsiooniga: seebijuurte peenestamine, leotamine vees, keetmine 100° juures ja leotamine tõrvekstraktis.

Vahtbetoonisegu valmistamine vahtbetoonisegistis koosneb kolmest operatsioonist: vahu kloppimine vahutekitaja kontsentraadist ja veest ülemises (vahustamis-) trumlis; tsementmördi valmistamine tsemendist, jahvatatud liivast ja veest alumises trum-

¹ Eesti NSV-s toodetakse mullbetooni põlevkivituhast ja silikaaltsiidist.

lis; vahtbetooni valmistamine vahu ja mördi segamise teel alumises (segamis-) trumlis.

Vahu valmistamine ülemises trumlis kestab 3—5 min. Samaaegselt valmistatakse alumises trumlis mört, millesse seejärel valatakse vaht ülemisest trumlist. Vahtu ja mördi segatakse alumises trumlis 2—3 min. jooksul. Segu loetakse valmis olevaks 0,5 min. pärast seda, kui vahtbetoonisegu muutub ühevärviliseks ja tema pinnale ei teki üksikuid valgeid laike.



Joon. 165. Toodete laadimine autoklaavi

Vahtbetoonisegu koostis määratakse laboratoorselt.

Tooted valmistatakse järgmiselt. Tühjad vormid, mis on puhas-
tatud ja määratud, asetatakse rull-lauale. Seejärel asetatakse neisse armatuurikarkassid ja valatakse punkrist vahtbetoonisegistis valmistatud mulliline mass sisse. Mass tasandatakse nii, et vorm oleks ääreni täidetud. Segu pealispind tasandatakse latiga. Seejärel tõstetakse vorm telferi abil vagonetile, asetades vormide kih-
tide vahele põiklatid.

Enne aurutamist hoitakse vormid vahtbetooniseguga vähemalt 10 tundi tsehhi ruumi temperatuuril ($15-20^{\circ}$). Kuiva sooja ilmaga valatakse tooted pärast valmistamist ja enne aurutamist 1—2 korda päevas veega üle. Pärast hoidmist tsehhis lükatakse vagonetid vormidega autoklaavidesse (joon. 165), kus hoitakse järgmisel režiimil:

aururõhu tõstmine 8 atü-ni 4 tunni jooksul;

toodete hoidmine temperatuuril 174° ja rõhul 8 atü 5 tundi;

rõhu alandamine autoklaavis 3 tunni jooksul.

Autoklaav avatakse üks tund pärast aururõhu allalaskmist ja

laaditakse tühjaks mitte varem kui üks tund pärast avamist. Talvel jäetakse tooted pärast väljalaadimist 3—6 tunniks tsehhi jahutama.

4. RAUBBETONKONSTRUKTSIOONIDE MONTAAZ

Monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide montaaž tööstus-, tsiviil-, hüdrotehnilistel jt. ehitustel seisneb nende kohaleasetuses, ajutises kinnitamisest, väljarihtimises ja lõplikus kinnitamisest (monolitiseerimises). Konstruktsioone monteerivad tavaliselt spetsialiseerunud organisatsioonid, kelle käsutuses on vilunud monteerijate kaader töölistest, kes tunnevad hästi troppimistõid.

Monteeritavate konstruktsioonide elemendid peavad eelkõige olema täiesti laitmatu kvaliteediga ja rahuldama vastavate GOCT'ide nõudeid.

Monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide transportimisel tuleb kinni pidada reast nõudeist:

valmistuskohalt ei tohi ära vedada detaile, mille tugevus on alla 70% projektikohasest;

elementide laadimine transpordivahendeile ja nende mahalaadimine peab toimuma maksimaalse ettevaatusega;

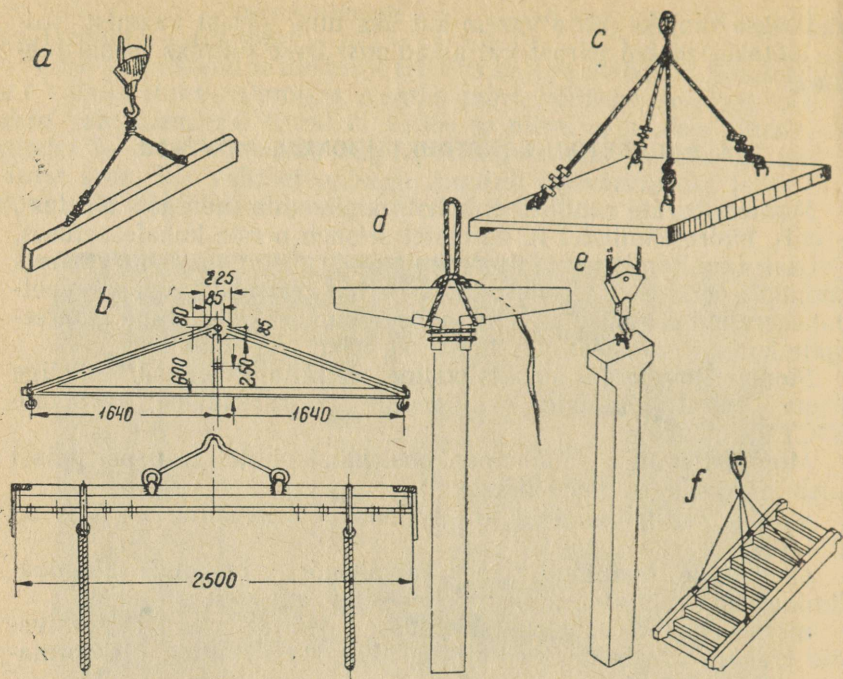
monteeritavate konstruktsioonide elementide asend ja toestusviis transpordivahendil ei tohi põhjustada detailide ülekoormamist ja vigastamist;

seina- ja vaheseinaplaate tuleb harilikult vedada vertikaalses või veidi kallutatud asendis; sõrestikke ja talasid — töötavas asendis (serviti), muid elemente — horisontaalasendis.

Ehitusplatsil ja ladudes laotakse monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide elemendid staablitesse (virnadesse), kusjuures staablite asetus ja elementide paigutus neis peab vastama montaaži tehnoloogilisele järjekorrale.

Üksikelementide ladumine staablitesse toimub samadel põhimõtetel kui transpordivahenditele ladumine. Sein- ja vaheseinapaneelide soovitatakse hoida kassetitüüpi seadistes, mis on kohandatud nende asetamiseks ja kinnitamiseks vertikaalasendisse. Staablisse asetatud elementide montaaži- ja asendused peavad asuma pealpool, elementide markeering — staablitevaheliste läbikäikude pool. Tavaliselt pannakse staablite alla puidust alusklotsid. Virna laotud elementide kihtide vahel peavad olema puidust vaheklotsid, mis peavad asuma rangelt vertikaalselt üksteise kohal. Naaberstaablite vahekaugus peab olema vähemalt 20 cm, et vältida elementide vigastamist nende tõstmisel ja laadimisel. Staablite vahele jäetakse läbikäigud: pikisuunas — iga kahe staabli järel, põiksuunas — mitte harvemini kui iga 25 m järel; läbikäikude laius ei tohi olla vähem kui 0,7 m.

Enne montaaži algust peavad olema tehtud kõik ettevalmistus-



Joon. 166. Monteeritavate raudbetoonelementide troppimine

a – talade troppimine; *b* – traaversid talade tõstmiseks; *c* – vahelae plaadi troppimine; *d* – samba haaramine terastrossiga; *e* – samba troppimine; *f* – trepimarsi troppimine

tööd: kohale asetatud ja proovitud tarvilikud mehhanismid (kraanad, elektri-keevitusaparaadid), proovitud troppimisvahendid, tööriistad, seadmed ja materjalid mehhanismide ajutiseks kinnitamiseks jne.

Raudbetoonkonstruktsioonide montaaži tehnoloogiline protsess koosneb troppimisest, elementide tõstmisest, kohaleasetamisest, nende ajutisest kinnitamisest ja rihtimisest ning lõplikust kinnitamisest.

Troppimiseks nimetatakse monteeritava elemendi kinnitamist kraana konsule. Troppimine tuleb usaldada vilunud monteerijale, kes peab elemendi kindlalt kinnitama, vältides trossi lahtitulemist ja elemendi allakukkumist tõstmisel ja paigaldamisel.

Tõsteaasad asetatakse elemendi sisse juba valmistamise ajal. Enne troppimist kontrollitakse aasade tugevust (kas pole tühikuid, murdekohti või muid defekte). Kui aasad pole küllalt tugevad, kinnitatakse element kraana tõstekonksu külge trossi abil, aasad kasutamata.

Pikkade elementide (talade, peatalade) troppimisel kasutatakse spetsiaalseid haardeabinõusid — traaverseid või traaverstalasid. Joonisel 166 on kujutatud mitmesuguste monteeritavate raudbetoonelementide troppimine ja traaversid. Konstruksiooni-elementide troppimisel terastrossidega tuleb puutekohtades nende alla asetada alusklotsid, et vältida betooni vigastamist (joon. 166, d).

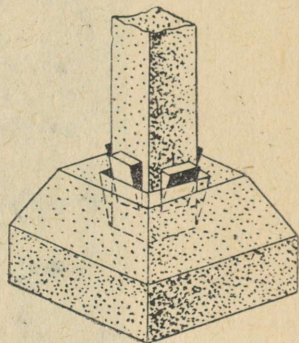
Monteeritavate elementide tõstmisel ja kohaleasetamisel peab olema organiseeritud heli-, valgus- või lippudega signalisatsioon. Pärast elementide kohaleasetamist kinnitatakse need ajutiselt, kusjuures kinnitusviis peab võimaldama neid rihtimisel veidi nihutada.

Paigaldatud konstruktsioonid tuleb ajutiselt kinnitada enne nende vabastamist kraana konsult. Sammaste ajutiseks kinnitamiseks (nende asetamise vundamentide kannudesse) kasutatakse näiteks kõvast puidust kiilusid (joon. 167). Ühekorruselistes tööstushoonetes soovitatakse sammaste ajutiseks kinnitamiseks kasutada inventaarseid metallkonduktoreid.

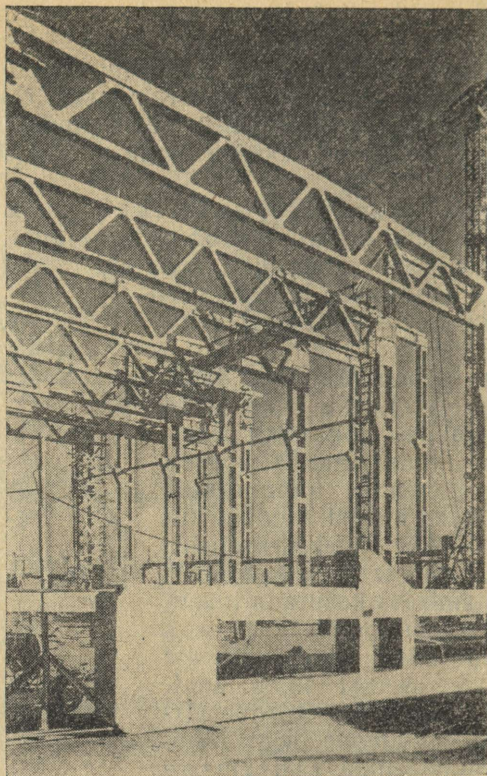
Ajutiselt kinnitatud monteeritavate konstruktsioonide asetust tuleb kontrollida püsivate reeperite (kõrgusmärkide) ja ehitise peatelgede järgi. Monteeritud konstruktsioonide rihtimine toimub geodeetiliste instrumentide abil. Algul rihitakse sammaste konsolid kraanatalade alla (joon. 168); kraanatalad ise rihitakse välja alles pärast hoone karkassi rihtimist ja lõplikku kinnitamist. Paigaldatud konstruktsioonide kontrollrihtimise tulemused tuleb vormistada aktidega, mis peavad kinnitama monteeritavate konstruktsioonide õiget asendit nii plaanis kui ka kõrguses.

Paigaldatud monteeritavad elemendid kinnitatakse lõplikult siis, kui kogu konstruktsioon või tema üksik plokk on seatud täpselt projektkohasesse asendisse. Lõplikult kinnitatakse konstruktsioonid nende liitekohtades, ühendades jätku detailid elektrikeerituse teel või poltidega, mille järel liitekoht monolitiseeritakse (betoneeritakse kinni).

Raudbetoonelementide (talade, peatalade) liitekohtades, kus armatuur välja ulatub ja mis hiljem täis betoneeritakse, peavad betooni otspinnad olema karedad. Sammaste ja kannvundamentide liitekohas peavad olema karedad kannu sisepinnad. Enne kinnibetoneerimist tuleb liitekohad puhastada tolmust ja mustusest ning veega pesta. Vesi tuleb vundamendikannust eemaldada. Enne



Joon. 167. Samba ajutine kinnitamine vundamentidele



Joon. 168. Liitsammaste ja sõrestiktalade paigaldamine tööstusehitise monteerimisel

samba alumise otsa monolitiseerimist tuleb vältida sademete või põhjavete sattumist liitekohta.

Kiilud, millega sammu oli ajutiselt kinnitatud, tuleb betoneerimisel eemaldada.

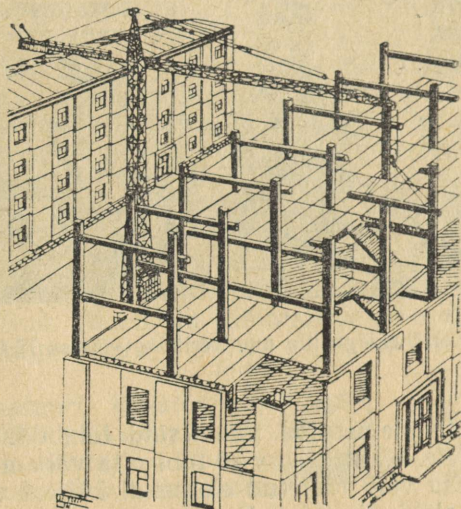
Samba ja vundamendi liitekohta monolitiseerimine ja kiilude eemaldamine toimub järgmiselt. Betoneeri puhastab ja peseb liitekohta, seejärel täidab liite kuni kiilude alumise otsani plastilise betooniseguga ning tihendab selle. Kui betoon on saavutanud umbes 25% tugevusest (suvel 2—3 päeva pärast), siis tõmmatakse kiilud ettevaatlikult välja ja betoneeritakse liitekoht kannu ääreni täis.

Üle 7 m kõrguste sammaste, mis kinnitatakse ajutiselt mitte kiilude, vaid terastrossist tõmbitsatega, täidetakse vuugid ühekorraga.

Liitekohtade monolitiseerimisel soovitatakse kasutada kiirelt-

kivistuvate tsementidega valmistatud betoonisegu. Viimasel ajal on hakatud liitekohtade monolitiseerimiseks kasutama paisuvat tsementi.

Monteeritavate elementide terasosad ühendatakse konstruktsiooni lõplikul kinnitamisel kaarkeevituse teel. Liitekohti tohib betooni või mördiga kinni teha alles siis, kui keevisõmblused on hoolikalt üle vaadatud ja vastava aktiga vastu võetud.



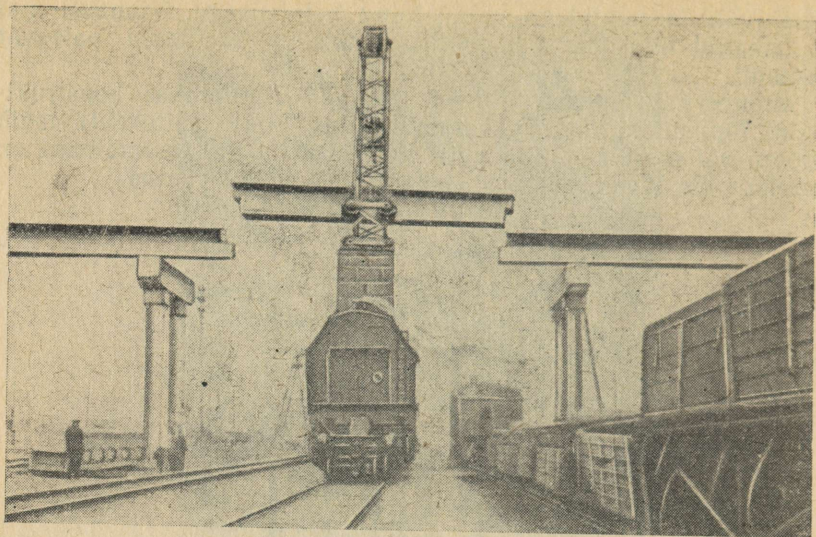
Joon. 169. Raudbetoonist karkass-paneel-elamu montaaž

Kokkumonteeritud raudbetoonkonstruktsioone tohib kogu arvutusliku koormusega koormata alles siis, kui betoon on saavutanud projektikohase tugevuse.

Raudbetoonielemente monteeritakse mitmesuguste kraanadega. Elamute monteerimisel kasutatakse laialdaselt tornkraanasid, mis liiguvad roobastel piki ehitust (joon. 169). Tornkraanasid kasutatakse ka tööstusehituste monteerimisel. Peale tornkraanade kasutatakse raudbetoonielementide monteerimiseks veel iseliikuvaid nool-autokraanasid, raudteekraanasid (joon. 170), portaalkraanasid jne.

Montaažtöödel on väga tähtis ohutuseeskirjade täitmine. Neist olulisemad on toodud allpool.

Enne montaaži algust tuleb kraana, samuti ka kõik troppimisvahendid hoolikalt üle vaadata, katsetada ja proovikoormusega kontrollida. Igal kraanal ja tõsteabinõul peab olema nähtavale kohale riputatud tabel maksimaalse töökoormusega. Elemente, mille kaal ületab kraana tõstejõu, tõsta ei lubata.



Joon. 170. Raubetoon-ülekäigusilla monteerimine võimsa 75-tonnise aurukraana abil

Monteeritavate elementide tõmbitsaid tohib kinnitada ainult kindlatele tugedele. Vantide arv ei tohi olla vähem kui 3.

Kraana konksu võib tõstetud elemendi küljest vabastada alles pärast selle kohalekinnitamist. Et element ei vallanduks tõstmise ajal, tuleb kasutada ohutuid sulguva riivi või karabiinlukuga tõstekonkse.

Toodete laadimisel autole ja mahalaadimisel kraana abil peavad töölised seisma eemal. Kohaleasetatud monteeritavad elemendid tuleb lahti troppida, keevitada ja monolitiseerida vahelaelt, ripplavadelt või teisaldatavalt treppredeleilt, mille ülemises otsas on kaitsepiirdega varustatud platvorm.

Töötades õhtusel ajal peab monteerimisplats olema hästi valgustatud. Kui kraanaga tõstetakse monteeritavaid elemente, siis ei tohi viibida kraana töötsoonis. Kraanal peavad olema nähtavale kohale kinnitatud hoiatusplakatid.

XIII peatükk

PINGEBETOONDETAILIDE VALMISTAMINE

Üheks uueks progressiivseks konstruktsioonitüübiks, mis vastab kaasaegsele ehitusmeetodeile, on pingebetoonkonstruktsioonid.

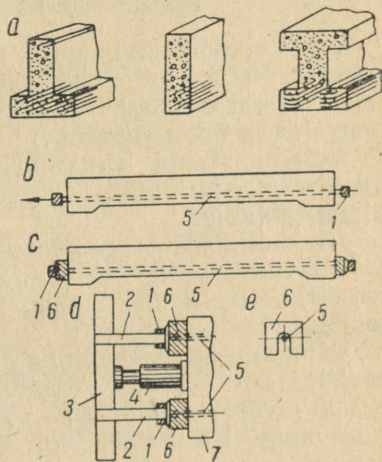
Pingebetoonkonstruktsioonideks nimetatakse selliseid konstruktsioone, mille tõmbetsooni betoon allutatakse enne eksploatatsioonikoormuste rakendamist eelsurvele.

Nagu teada, on harilikku betooni tõmbetugevus väike. Tõmbe- pingete vastuvõtmiseks asetatakse betooni tõmbetsooni terasarmatuur, millega konstruktsiooni kandevõime suureneb ja praod hakkavad tekkima tunduvalt suurematel koormustel. Kuid juuspraod raudbetoonitõmbetsoonis tekivad harilikult armatuuri väga väikeste pingete juures ($200\text{--}300\text{ kg/cm}^2$). Katsetega on kindlaks tehtud, et umbes $0,2\text{ mm}$ laiused praod tekivad betoonis siis, kui armatuuri tööpinge on umbes $1200\text{--}1300\text{ kg/cm}^2$. See seletub sellega, et armatuuri pikenemine arvutusliku koormuse 1250 kg/cm^2 juures on 3—6 korda suurem kui betooni maksimaalne pikenemine. Reas raudbetoonkonstruktsioonides on pragude tekkimine tõsiseks defektiks. Et suurendada konstruktsioonide pragudekindlust, tekitatakse neis eelpinge, luues tõmbetsoonis survejõud, mis takistavad pragude tekkimist.

Maksimaalse efektiivsuse huvides kasutatakse pingebetoonkonstruktsioonides kõige paremaid armatuuriterase liike, sealhulgas vähelegeritud terast ja külmalämmutatud kõrgemargilist terast. tõmbetugevusega kuni $18\,000\text{ kg/cm}^2$.

Sellise armatuuri kasutamise efektiivsus seisneb väiksemas metallikus (3—4 korda) ja raudbetoonkonstruktsioonide tugevas eelpingestamises.

Pingebetoonkonstruktsioonide töötav armatuur pingestatakse kuni 70—80% tema tõmbetugevusest. Täheandab, mida kõrgem on armatuuri tõmbetugevus, seda rohkem võib teda pingestada. Kuna konstruktsiooni tõmbetsooni betoonile antakse surve armatuuri abil, siis mida suurem on armatuuri pingestus, seda suurem on ka betooni eelsurve. Et selgitada, kuidas toimub eelsurve andmine betoonile, vaatleme joonist 171. Tala raketisse asetatakse armatuur üksikute varraste, keelte või kimpudena (joon. 171, *b*). Seejärel pingestatakse armatuur hüdrauiliste tungraudade (joon. 171, *d*) abil kuni 70—80% tema tõmbetugevusest ja kinnitatakse



Joon. 171. Keelbetoonitõmbetsooni liigid ja pingutuskeem

a — mitmesuguse ristlõikega keelbetoonitõmbetsooni liigid; *b* — tala enne pingutamist; *c* — tala pärast armatuuri pingutamist, vahelasetatud seibidega; *d* — hüdrauilise tungraua asetuse tala otsal (plaanis); *e* — ankurdusseib; 1 — ankurdusseib; 2 — tõmbevarras; 3 — traaverstala; 4 — tungraud; 5 — armatuuri kimp; 6 — ankruseib; 7 — tugi

seibide (joon. 171, e) abil spetsiaalkonstruksiooniga tugelede. Pärast pinguletõmmatud armatuuri kinnitamist paigaldatakse tala raketisse betoonisegu. Kui betoon on saavutanud 70% oma tugevusest, kuid mitte vähem kui 250—300 kg/cm², siis eemaldatakse seib 6 (joon. 171, c), mistõttu armatuur, püüdes taastada oma asendit enne pingestamist, surub teda ümbritseva betooni kokku. See surve on seda suurem, mida enam oli armatuur pingestatud.

Pingebetoonkonstruktsioonide kasutamine võimaldab tunduvalt kokku hoida metalli, tsementi, puitu, vähendab konstruktsiooni elementide omakaalu, tagab nende parema transporditavuse, võimaldab lühendada ehituse kestust ja vähendada maksumust. Pingebetoonkonstruktsioonid on pragudekindlad ja veetihedad, mis soodustab nende kasutamist torude, reservuaaride jms. ehitamisel.

Tänu pingebetooni headele omadustele on ta leidnud üldist tunnustust ja teda kasutatakse mitmesugustes ehitusharudes üha laialdasemalt.

Pingebetoonkonstruktsioonide valmistamine võib toimuda armatuuri pingestamise teel kas enne või pärast betooni kivistumist.

1. ENNE BETOONI KIVISTUMIST PINGESTATUD ARMATUURIGA PINGEBETOONTOODETE VALMISTAMINE

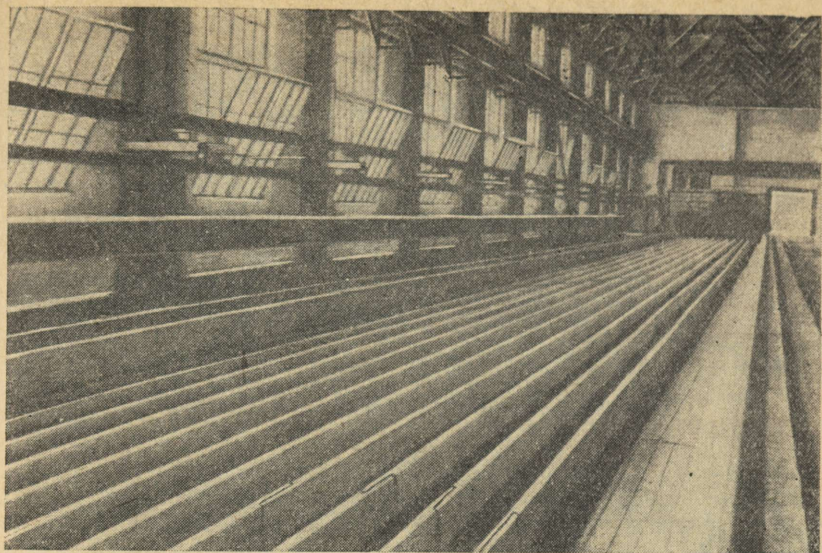
Enne betooni kivistumist pingestatud armatuuriga (eelpingestatud armatuuriga) pingebetoondetailide valmistamisel kasutatakse varrasarmatuuri (koosneb üksikuist varrastest) või kõrgemargilist peent terastraati.

Eelpingestatud armatuuriga talades kasutatakse peamiselt varrasarmatuuri. Selliste talade valmistusprotsess on analoogiline ülalkirjeldatuga.

Ühetüübilised pingebetoontalad, plaadid, liiprid jt. massiliselt toodetavad detailid valmistatakse eelpingestatud kõrgemargilisest terastraadist (\emptyset 2,5—5 mm, tõmbetugevus 18 000 kg/cm²) armatuuriga (keelbetoon).

Tänu suurele nakkepinnale betooniga ei vaja see traat enam spetsiaalset ankurdust. Traadile võib anda eelpinge umbes 8000—12 000 kg/cm²; betoon saab pärast traatide vabastamist kõrge eel-survepinge. Nii näiteks, kui kasutatakse betooni mark 600, võib betooni eelsurve ulatuda kuni 250—350 kg/cm². Keelbetoontalad on tugevad, pragudekindlad ja heade elastsusomadustega. Talad on kergemad ja tunduvalt ökonoomsemad kui harilikust raudbetoonist talad. Armatuuri kokkuhoid on võrreldes terasega Cr. 3 kuni 70—85%, betooni kokkuhoid — 30—40%.

Keelbetoontalade ristlõike kuju võib olla mitmesugune (joon. 171, a). Talade valmistamise tehnoloogiline protsess on järgmine. Spetsiaalses tsehhis ehitatakse 80—100 m pikkused või veelgi pikemad stendid, tavaliselt mitmes liinis (joon. 172). Liini mõlemas



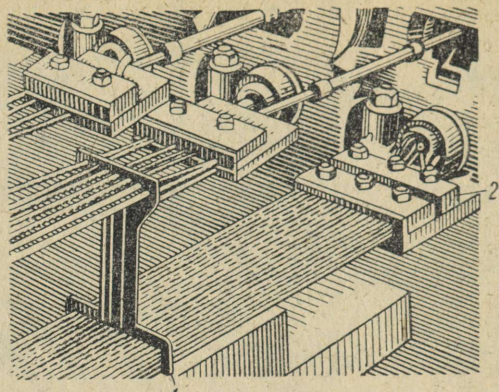
Joon. 172. Keelbetootodete tsehi üldvaade

otsas on toed: ühel pool kinnitatakse raketisse asetatud traatide otsad vastavate lõugade vahele (joon. 173, 2), teisel pool — pingusseadmele (joon. 174). Raketis tuleb hoolikalt määrada. Traadile asetatakse metalldiafragmad (joon. 173, 1), mis jagavad stendi pikisuunas üksiktaladeks. Traadipakett koos diafragmadega asetatakse kohale. Diafragmad (paarikaupa, 4 cm vahekaugusega) paigutatakse tala pikkustega võrdsetele vahekaugustele. Seejärel pingestatakse traadid. Pingestuse suurust kontrollitakse tõmbeseadmele kinnitatud manomeetriga. Seejärel paigaldatakse betoonisegu ning tasandatakse ja tihendatakse vibraatoritega. Seejärel toimub talade aurutamine stendil, kuni betoon saavutab 70% projekteeritud tugevusest; siis lõigatakse traadid diafragmade vahel läbi, sellega vabaneb armatuur pingest ja annab selle üle betoonile. Talad tõstetakse kraana abil raketisest välja ja viiakse lattu (joon. 175).

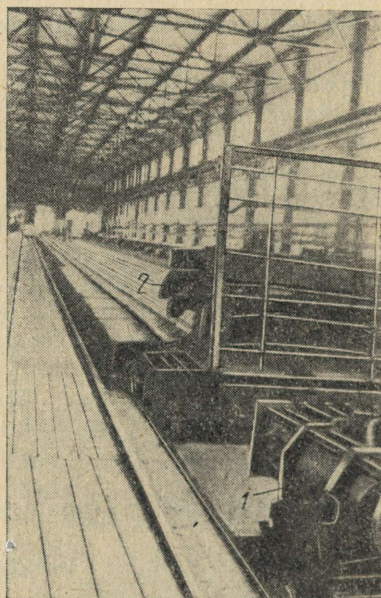
Käesoleval ajal toodetakse spetsiaalseadmete komplekte keelbetootodete valmistamiseks.

Komplekti kuuluvad: hüdrauliline 60 t tungraud CM-513 kolvikäiguga 800 mm, betoonipaigaldaja 5671 või 5672 ning keel-pakettstend CM-535.

Joonisel 176 on näidatud hüdrauliline tungraud CM-513, mille abil toimub 2,5—5 mm läbimõõduga traadi eelpingestamine 120—160 m pikkustel stendidel. Traatide arv on vastavalt 80 ja 30. Mõöda roopaid lükatakse tungrauda piki stendi käsitsi edasi, ver-



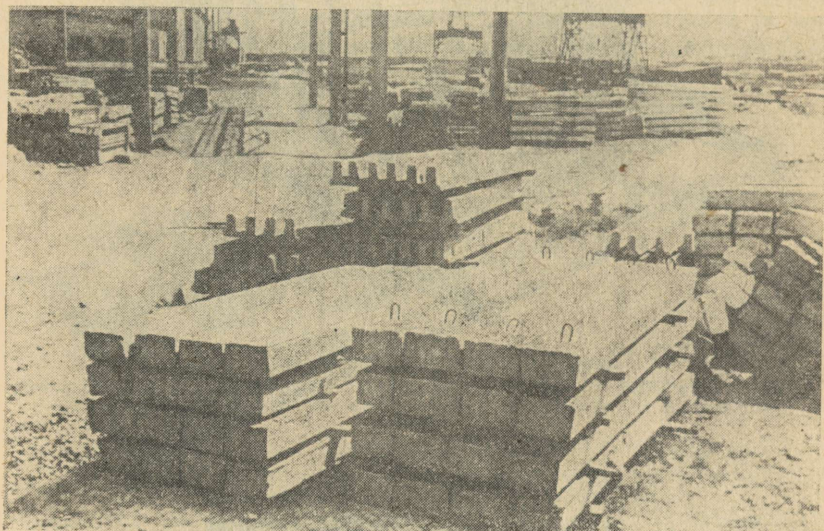
Joon. 173. Traatide asetus diafragmades
 1 — diafragmad; 2 — «lõuad» traatide kinnitamiseks



Joon. 174. Keelbetootodete tsehhi
 mehhanismid

1 — tungraud keelte pingutamiseks;
 2 — masin paigaldatud betoonisegu
 tasandamiseks

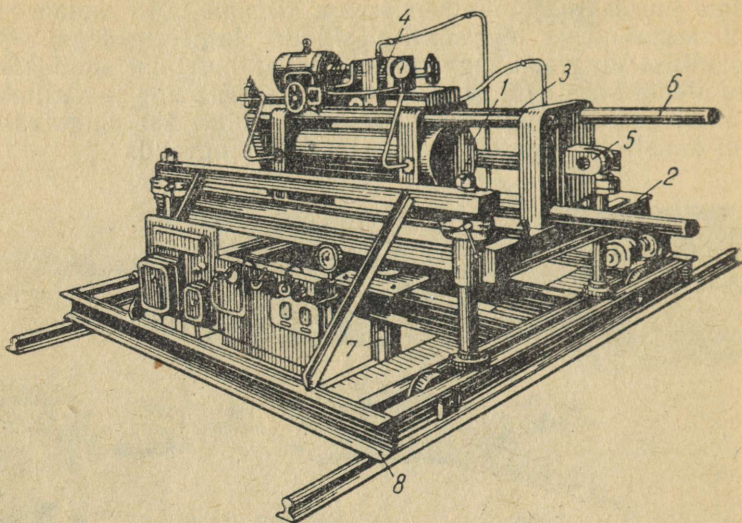
tikaalsuunas nihutatakse teda kuni 500 mm kõrgusele erilise tõstesilindriga. Töötamisel lükkab operaator tungraua pingutus-seadme juurde, seejärel ühendatakse viimane koos temale kinnitatud armatuuriga hüdraulilise silindri tugisõrmedega. Pärast hüdraulilise tungraua tugisõrmede väljanihutamist kuni tõrkeni vastu stendi konstruktsiooni lülitatakse sisse pump ja venitatakse armatuuri ettenähtud määral. Seejärel kinnitatakse pingutusseade stendi konstruktsioonile ja vabastatakse tungraud.



Joon. 175. Pingebetoondetailide ladu

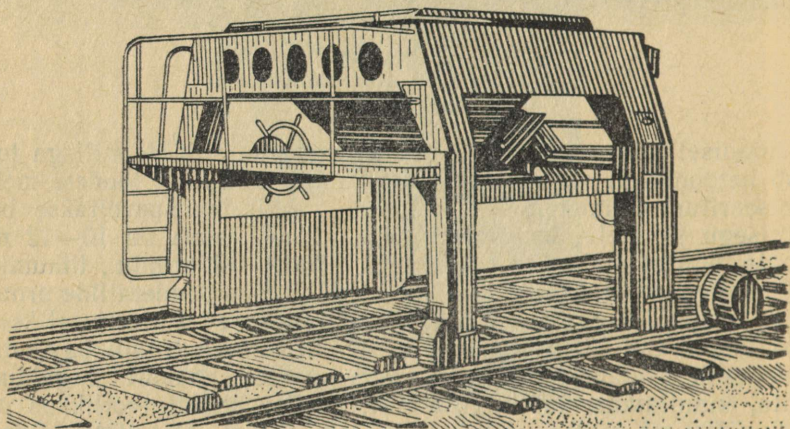
Joonisel 177 on kujutatud betoonipaigaldaja 5671, millega toimub betoonisegu vormidesse paigutamine stendidel toodete mehhaniseeritud valmistamisel. Paigaldaja abil transporditakse betoonisegu ja asetatakse vormi. Seadme tootlikkus on 10–12 m³ tunnis, punkri maht 2 m³, liikumiskiirus 9–14 m/min., liikumismehhanismi mootori võimsus 0,58 kW. Pingebetoondetailide armatuuri (läbimõõduga 2,6–5 mm) valmistamiseks on kasutusel keelpakettstend CM-535 (joon. 178). Stendil toimub traadi õgvendamine, selle asetamine pakettidesse, viimaste transport paigalduskohta, kinnitamine ja pingutamine. Sellise stendi tootlikkus on 4500–7500 m³ aastas, sõltuvalt toodete liigist. Detailide hüdrotermiline töötlemine toimub põrandasse monteeritud aururegistrite abil.

Seadmete komplekti installeeritud võimsus on 17,4 kW. Detailide valmistamise tsükkel on 2 ööpäeva. Ühe keelpaketi maksi-



Joon. 176. Hüdrauliline tungraud CM-515

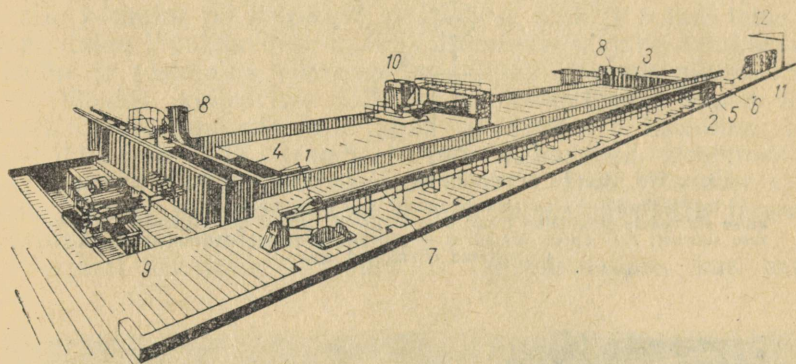
1 — hüdrauliline silinder; 2 — tõsteraam; 3 — tugiseadis; 4 — kõrgrõhupump;
5 — kõrv; 6 — tugisõrmed; 7 — hüdrauliline silinder tungraua tõstmiseks; 8 —
vanker



Joon. 177. Betoonipaigaldaja 5671

maalne arvutuslik pingestusjõud on 60 t, üldine — 450 t. Vormimisväljaku pindala on $80 \times 4,2 \text{ m}^2$; stendi üldgabariit — $106 \times 9,9 \times 2,85 \text{ m}$.

Eelpingestatud armatuuriga detailide valmistamisel on väga efektiivne pideva armeerimise meetod (NSV Liidus 40-ndail aastail välja töötatud). Sellel meetodil on konstruktsiooni kogu armatuur, milline selle asetus ka oleks, valmistatud ühest pidevast pingestatud traadist, mis läbib konstruktsiooni kõigis ettenähtud suundades. Meetodi efektiivsus seisneb armeerimise pidevuses, armeerimisprotsessi täieliku mehhaniseerimise võimaluses ja selles, et konstruktsioonis tekib mahuline pingeolukord tõmbejõudude ja nihkejõudude suundades.



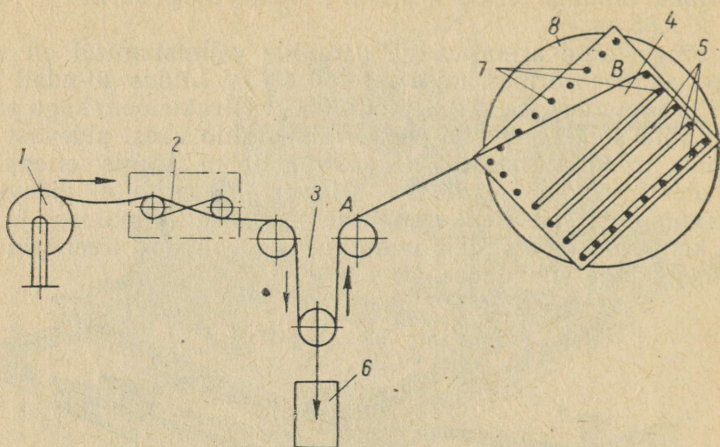
Joon. 178. Keel-pakettstend CM-535

1 — kammid; 2 — löikamisseade; 3 — tugiseade; 4 — pingutusseade; 5 — surveseade; 6 — pakettide koostamise seade; 7 — konveier traadi vedamiseks; 8 — seade pakettide asetamiseks stendi; 9 — hüdrauliline 60-tonnise tungraud; 10 — betoonipaigaldaja; 11 — vihtide hoidja; 12 — noolkraana

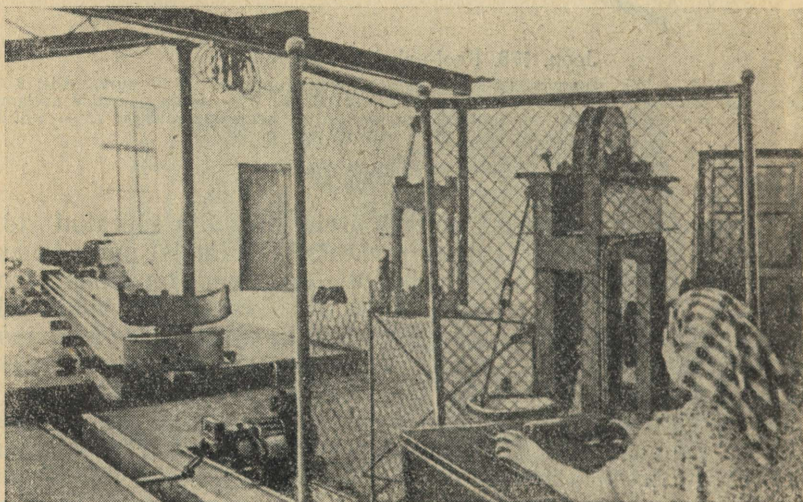
Automaatseks pidevaks armeerimiseks on välja töötatud rida kerimismasinaid, mis on leidnud praktilist kasutamist uutes tehastes. Pingestus-kerimismasina põhimõtteline skeem on toodud joonisel 179. Pideva armeerimise agregaadid kuuluvad: traadivihtide laud 1, etteandemehhanism 2, pingutusseade 3, jaotuspantograaf ja pöörd-pingutusplatvorm 8, millele kinnitatakse alus 4 traadi pealekerimiseks.

Pideva armeerimise meetod vähendab konstruktsiooni pingekarkassi valmistamise töömahukust paljudel juhtudel enam kui 10 korda. Kerimise kiirus on 5 pööret minutis. Näiteks võib kerida ja pingestada kahe tala armatuurid 3 mm läbimõõduga traadist (kummaski talas 60 traati) 6 min. jooksul.

Olemasolevaid pideva armeerimise agregaatidel (joon. 180) võib massiliselt valmistada mitmesuguseid monteeritavaid detaile — kraanatalasid, kahešarniirseid ja lattliipreid jne.



Joon. 179. Pideva armeerimise pöördlaua põhimõtteline skeem
 1 — traadiviht; 2 — etteandemehhanism; 3 — pingutusseade; 4 — alus; 5 —
 aluse sõrmedele pingutatud traat; 6 — kontrollkoormus, mis reguleerib pingetuse
 suurust; 7 — aluse sõrmed; 8 — pöörlev pingutusplattvorm (traat AB on
 pingestatud ettenähtud määral)



Joon. 180. Pideva armeerimise agregaadil valmistatavate liiprite tsehh

Pingebetoon-lattliiprite valmistamine pideva armeerimise meetodil toimub järgmiselt.

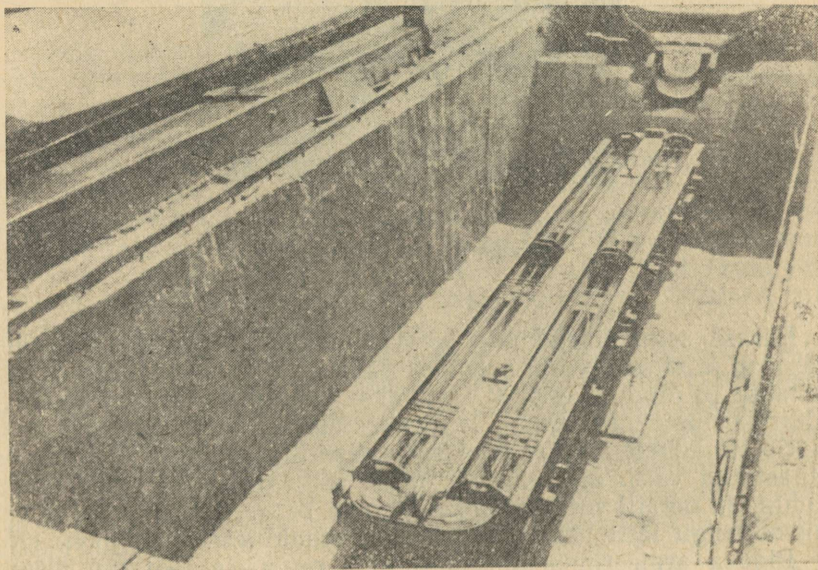
Küljelaudadeta määratud kontuurvorm (nelja liipri jaoks) ülespoole pööratud tugiplaatidega asetatakse pöördpingi raamile ja kinnitatakse sellele kinnikruvitavate klambrite abil.

Traadi ots viiakse pingutusseadmelt vormi südamikü kiilkambriksse ja kinnitatakse sellesse haamrilöögiga kiilule, seejärel seotakse kerimissammu regulaator lähteasendisse ja lülitatakse siis sisse esialgu pöördpingi mehhanism ning seejärel (vastavalt pingutuskoormuse tõusmisele) ka traadi etteande mehhanism.

Kui esimene traadirida on keritud, laseb tööline pingi juures alla tugipulgad, mis fikseerivad teise rea asukoha; pärast teise rea kerimist lastakse alla tugipulgad kolmanda rea jaoks jne.

Kui kerimine on lõppenud, peatatakse pink ja traadi teine ots kinnitatakse lõpuklambris, milleks asetatakse klambri lahtine rang traadile ja pistetakse viimases tugipulgas olevasse pilusse. Seejärel lüüakse klambriksse kiil. Traadi pingutusjõu suund ühtib kinnikiilumise suunaga; see tagab traadi kindla kinnituse. Seejärel lülitatakse välja traadi etteande mehhanism, pingutuskoormus vajub alla ning traat vabaneb tõmbest. Traat raiutakse katki, tema üks ots painutatakse kiilu otsa taha, teine jääb järgmise kontuurvormi kerimise alguseks.

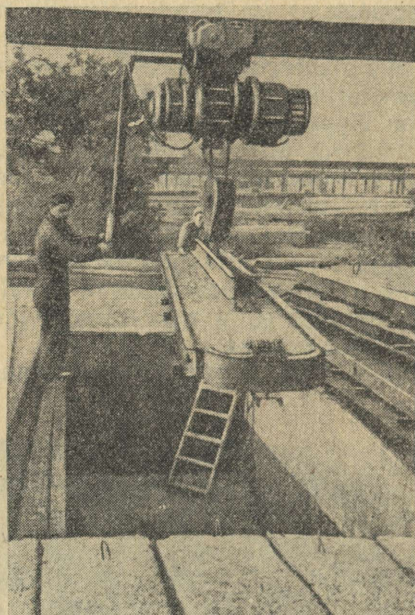
Seejärel tõstetakse kontuurvorm taglastuslauale, kus aseta-



Joon. 181. Vibrolauale asetatud kontuurvorm

takse kohale rangid, tõsteasjad, puitklotsid (roobaste kinnitamiseks liiprile), kammikujulised diafragmad ja küljelauad.

Seejärel viiakse vorm telferiga vibrolauale (joon. 181), kus paigaldatakse temasse betoonisegu. Liikudes mööda roobasteed, puistab vibropunker betoonisegu all asetsevasse kontuurvormi. Enne puistatakse vormi umbes 60% vajalikust segust, seejärel lülitatakse sisse vibroplatvorm ja lisatakse ülejäänud segu. Vibreerimine kestab 6—8 min.



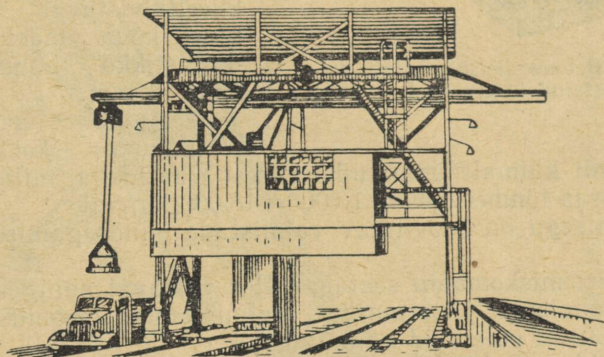
Joon. 182. Detailidega kontuurvormi asetamine aurutuskambrisse

Pärast segu tihendamist eemaldatakse kammikujulised diafragmad ja viiakse vorm aurutuskambrisse (joon. 182), milles teda hoitakse 16 tundi. Kambrist tõstetakse kontuurvorm koos detailiga lahtirakestuslauale. Enne lahtirakestamist lõigatakse armatuur liipriotste kohalt läbi, sellega surutakse liiprid kokku, koormusest vabastatud vorm aga pikeneb, mille tõttu on küljekilpide eemaldamine ja detaili vormist väljatõstmine kerge. Liiprid viiakse valmistoodangu lattu, kus nad laotakse staablitesse (vt. joon. 175).

Pideva armeerimise meetodit, mis on välja töötatud Nõukogude Liidus, on hakatud kasutama ka Lääne-Euroopa maades. 1954. a. kasutati seda esmakordselt ka Ameerika Ühendriikides.

Pingebetoondetailide valmistamine koosneb reast üksikoperatsioonidest, mis toimuvad eri masinate või mehhanismide abil.

Mitmeõneliste enne betooni kivistumist pingestatud armatuuri katteplaatide valmistamiseks on loodud ja kasutatakse masinat (joon. 183), mis teeb mitu operatsiooni: liikudes mööda roopaid piki varem paigaldatud armatuuri, paigaldab ta betoonisegu, tihendab selle, tekitab õõnsused, silub paneelide pealispinna ja annab külgpinnale vajaliku profiili.



Joon. 183. Betoneerimiskombain

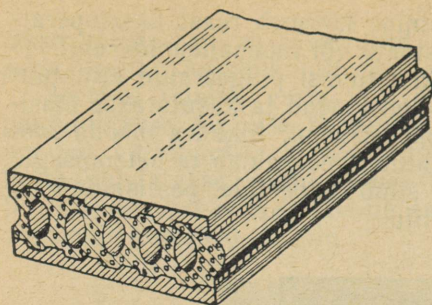
Seda masinat nimetatakse betoneerimiskombainiks. Tema abil võib valmistada efektiivseid kolmekihilisi mitmeõnelisi pingebetonkattepaneele (joon. 184) elu- ja ühiskondlike hoonete vahelagedeks ja tööstushoonete kateteks.

Sellise konstruktsiooni efektiivsus seisneb selles, et keskmine kiht, mis moodustab 70% konstruktsiooni üldmahust, millele mõjuvad paindel vaid tühised pinged ja mille ülesandeks on liita ülemine ja alumine kiht üheks tervikuks, tehakse 2—3 korda madalama margiga betoonist kui alumine ja ülemine kiht (kuid mitte alla M 100). Peale selle asuvad keskmises kihis õõnsused, mille maht on kuni 26% konstruktsiooni üldmahust.

Alumine kiht, milles asub töötav armatuur, tehakse raskest betoonist, mille mark on vähemalt 300. Ülemine kiht, mis töötab survele, tehakse samuti raskest betoonist margiga vähemalt 200.

Betoneerimiskombainiga, millel on vahetatavate seadmete komplekt (õõntemoodustajad, külgede profileerimislatid, jaotusnoad jne.), võib valmistada erineva laiuse (100 ja 50 cm), paksuse (6,5; 12; 16 ja 20 cm), armatuuri hulga, õõnte kuju ja suurusega kattepaneele.

Kombain valmistab paneelid pidevate 100—200 m pikkuste 1 m laiuste ribadena, mis asuvad üksteise kohal üldkõrgusega



Joon. 184. Betoneerimiskombainil valmistatud kattepaneel

kuni 2 m. Iga rida eraldatakse allasuvast 4—5 mm paksuse liivakihihiga.

Paneelide ülemise ja alumise kihi jaoks, mis valmistatakse raskest betoonist margiga 200 ja 300, on soovitatav kasutada portlandtsementi mark 500 ja 600 või kiireltkivistuvat tsementi ning kõva mäekruusa või -killustikku jämedusega 3 kuni 10 mm.

Paneelid armeeritakse kahekaupa kokkukeeratud

süsinik- või külmaltoõmmatud terasest traatidega, mille läbimõõt on 2,6 mm ja tõmbetugevus 16 000—18 000 kg/cm².

Betoonisegu on soovitatav valmistada sundsegamisega segistites.

Betoneerimiskombain seatakse üles vastaval polügoonil (joon. 185). Betoonisegu ja armatuuri valmistamise tsehhid asetsevad eraldi; joonisel pole neid näidatud.

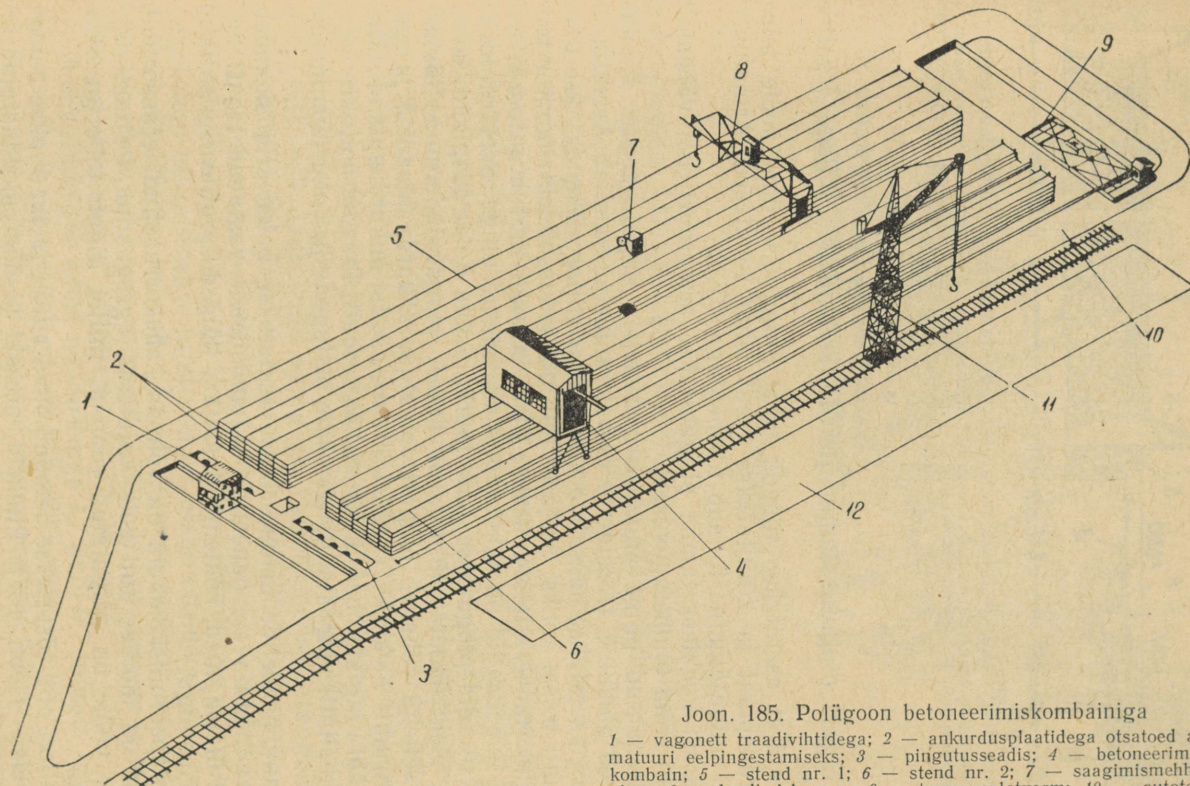
Paneelide valmistamise tehnoloogilisse protsessi kuuluvad järgmised tööd: armatuuri ettevalmistus; armatuuri asetamine betoneerimisliinidele ja tema pingutamine; betoonisegude valmistamine; paneelide betoneerimine; paneeliribade hoidmine staableis, kuni betoon on saavutanud küllaldase tugevuse armatuuri vabastamiseks pingutusseadmelt; betoneeritud paneeliribade lõikamine nõutava pikkusega tükkideks; paneelide ladumine staableisse; proovikehade võtmine ja katsetamine.

Armatuur valmistatakse ette eraldi tsehhis, kus traadid keritakse enne kahekaupa kokku ja seejärel vihtidesse, mis viiakse vastavale traadivihtide vankrile (joon. 186).

Iga viht asetatakse lühikesele teljele, mis on kinnitatud vankri vertikaalraamide külge. Vankrile asetatavate vihtide arv võrdub ühe riba armeerimiseks vajalike armatuuriniitide arvuga.

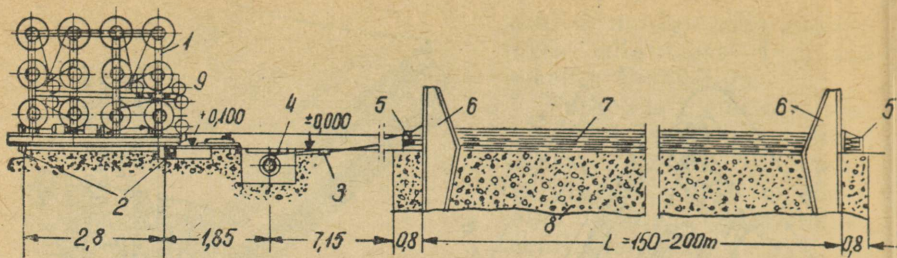
Armatuuri paigaldamine ja pingestamine toimub betoneerimisliinil järgmiselt. Traadiotsad tõmmatakse vihtidelt läbi suunamisrullide ja vankri pingutusvõllide 9. Seejärel juhitakse nad läbi kahe raamšablooni avade ja kinnitatakse siis ankurdusplaadi 5 soontesse; plaat lükatakse vankril piki tööliini kuni stendi vastasotsa tagedeni 6. Seal võetakse ankurdusplaat koos temale kinnitatud traatidega vankrilt maha ja asetatakse tagedele. Kahest raamšabloonist jäetakse üks pingutusseadme 4 juures asuvate tagede juurde, teine viiakse koos ankurdusplaadi vankriga edasi stendi teise otsa.

Pärast ankurdusplaadi kinnitamist tagedele viiakse raamšab-



Joon. 185. Polügoon betoneerimiskombainiga

1 — vagonett traadivihtidega; 2 — ankurdusplaatidega otsatoed armatuuri eelpingestamiseks; 3 — pingutusseadis; 4 — betoneerimiskombain; 5 — stand nr. 1; 6 — stand nr. 2; 7 — saagimismehhanism; 8 — laadimiskraana; 9 — traaversplattvorm; 10 — autotee; 11 — tornkraana; 12 — valmistoodete ladu



Joon. 186. Eelpingestatud armatuuri pingutamise ja kinnitamise skeem

1 — traadivihtide vanker; 2 — roobastee vankri nihutamiseks; 3 — traadi haaramise seadis; 4 — pingutusjaam; 5 — ankurdusplaadid; 6 — toed; 7 — pingutatud traat; 8 — betoonvundament; 9 — pingutusvõllid ja juhtrollid

loon tagasi pingutusseadme juurde, kohendades sellega traatide asetust.

Seejärel asetatakse tugede taha pingutusseadme poole teine ankurdusplaat ja kinnitatakse traat tema soontesse. Armatuuri- traadi paigaldamine toimub tõmbejõuga 80 kg.

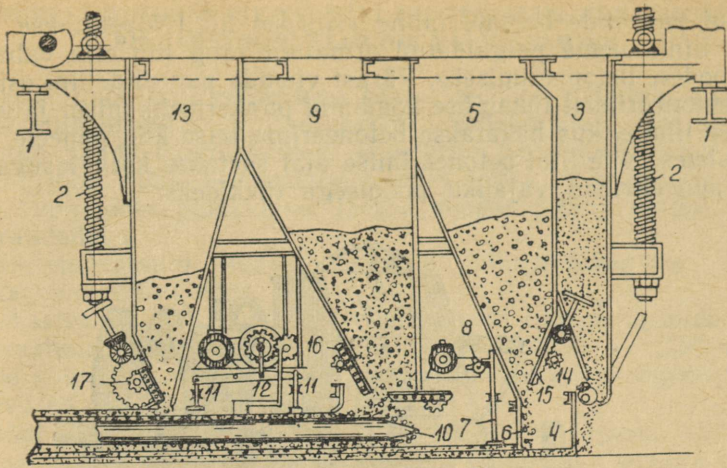
Pärast kohaleasetamist pingutatakse armatuuritraat vähemalt 50%-ni tema tõmbetugevusest.

Ettenähtud pinge annab armatuurile pingutusseade 4, mis koosneb plokkide, trosside ja vastukaalude süsteemist. Armatuurivardale asetatakse haaraja 3 klambriga, millega ühendatakse tõmbetrumli trossi konks. Seejärel lülitatakse sisse elektrimootor pingutuskoormuse allalaskmiseks. Elektrimootor lülitub automaatselt välja, kui traadid on saavutanud ettenähtud pinget. Seejärel kiilutakse traadid pingutusseadme juures asuva ankurdusplaadi soontesse, elektrimootor lülitatakse ümber pingutuskoormuse tõstmisele, sellega vabaneb pingest armatuur ankurdusplaadi 5 ja pingustrumli 4 vahel. Traat lõigatakse käsitsi ankurdusplaadi lähedalt läbi ning klamber vabastatakse vardalt. Traadid hoitakse betoneerimisliinil pingestatult võimsate otstugede ja ankurdusplaatide abil.

Enne paneelide betoneerimist asetatakse betoneerimiskombainile valmistatavate paneelide tüüpimõõtetele vastavad traati toetavad diafragmad, õontemoodustajad, külgede profileerimise latid ja jaotusnuga.

Betoneerimiskombain on võimas kahekorruseline terasportaal, millele on monteeritud kõik vajalikud agregaadid. Portaali ülemisele vööle on paigutatud roopad, millel liigub telferiga sildkraana.

Telferi abil tõstetakse betoonikopad autolt ja laaditakse betoon punkreisse (joon. 187). Punkrid, pressid ja õontemoodustajad on ühendatud konstruktsiooniks, mis võib liikuda põiksuunas roobastel 1. Teise ja järgmiste paneelikihtide betoneerimiseks tõstetakse



Joon. 187. Kombaini betoneeriv osa

kogu joonisel 187 kujutatud konstruktsioon üles võimsate kruvidega 2, millega see on riputatud liikuva raami külge.

Esimesest punkrist 3 langeb vahele liiv, mis tasandatakse latiga 4, mis peale selle toetab armatuuri betoneerimise ajal. Liiv moodustab vahekihi paneelide vahel.

Teisest punkrist 5 langeb alla peene täitematerjaliga betoonisegu alumise kihi jaoks, mis tasandatakse latiga 6 ja seejärel tihendatakse tampidega 7, mis liiguvad üles ja alla nukkvõlli 8 toimel (mõnedes kombainides on tampimine asendatud pindvibreerimisega). Kolmandast punkrist 9 langeb alla betoonisegu keskmise kihi jaoks; punkri alla on kinnitatud pikad õntemoodustajad 10; betoonisegu tihendatakse tampidega 11 (või vibraatoritega). Et betoonisegu ei kleepuks õntemoodustajate külge, liiguvad nad mitte ühtlaselt nagu kogu agregaat, vaid tõukeliselt kangide süsteemi 12 abil. Nii jätab agregaat oma edasilikumisel maha tihendatud, õõnsustega betooniriba.

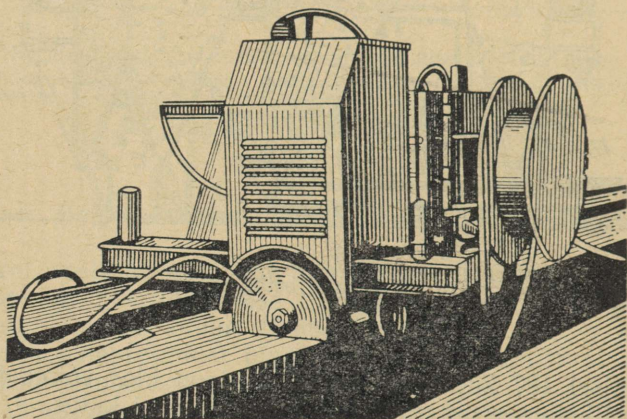
Neljandast punkrist 13 langeb alla betoonisegu ülemise kihi jaoks, mis tasandatakse ja silutakse laiade lattidega, mis on asetatud neljanda punkri taha. Latid liiguvad pidevalt edasi-tagasi, risti kombaini liikumissuunaga. Liiva ja betoonisegu allalangemine on reguleeritav siibritega 14, 15, 16 ja 17.

Kombain liigub edasi töökiirusega 1,7 kuni 0,7 m/min. sõltuvalt betoneeritava paneeli kõrgusest (65—200 mm).

Kombaini töötamisel peavad tema punkrid olema kogu aeg täidetud betooniseguga, et betoneerimisel ei tekiks vaheaegu; seejuures tuleb jälgida, et vahetuse lõpul ei jääks punkreisse segu üle.

Kui paneelide betoneerimine esimesel liinil lõpetatakse, peab teisel liinil olema paigaldatud armatuur ning liin ette valmistatud toodete betoneerimiseks. Pärast viienda paneeliliini esimese kihi betoneerimist lükatakse kombaini punkermehhanism jälle esimesele liinile, kus hakatakse betoneerima teise kihi paneele.

Esimese viie liini betoneerimise ajal saetakse kõrvalasuva viie liini paneeliribad vajaliku pikkusega tükkideks.



Joon. 188. Saagimismasinat üldvaade

Paneeliribad võib läbi saagida, kui alumise kihi betooni tugevus on vähemalt 210 kg/cm^2 , keskmisel kihil — vähemalt 70 kg/cm^2 , ülemisel kihil — vähemalt 140 kg/cm^2 . Paneelide läbi-saagimiseks kasutatakse teisaldatavat saagimismasinat (joon. 188) karborundlõikekettaga, mis pöörleb kiirusega 1400 p/min . Võlli nihutatakse põiki paneele edasi väнда abil, piki paneele — koos vankriga käsitsi. Ühelt ribalt teisele tõstetakse saagimismasin kraanaga.

Saagimismasin lõikab 200 mm paksuse ja 1 m laiuse raudbetoonkattepaneeli läbi $3\text{--}4 \text{ min}$. jooksul.

Lahtilõigatud kattepaneelid tõstetakse tornkraana abil valmis-toodete lattu.

Tehniliste teaduste kandidaat A. S. Buhman (ВУТИ) on välja töötanud uue tehnoloogia kaevanduste pingebetoon-tugipostide valmistamiseks betoneerimiskombainidel.

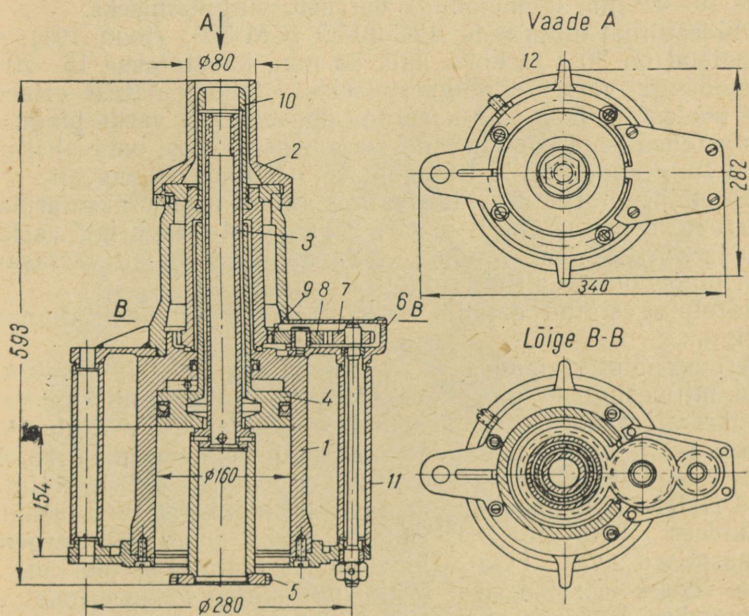
2. PÄRAST BETOONI KIVISTUMIST PINGESTATUD ARMATUURIGA PINGEBETOONDETAILIDE VALMISTAMINE

Armeerimist pingestamisega pärast betooni kivistumist (järelpingestatud armatuuri) kasutatakse peamiselt üksikutest vähearmeeritud raudbetoonplokkidest koostatud konstruktsioonide juures (vt. joon. 192). See meetod seisneb selles, et armatuur pistetakse tema jaoks plokkidesse jätud avadesse ning pingutatakse tungraudadega.

Järelpingestatud raudbetoondetailide valmistatakse nii varras kui ka kimparmatuuriga.

Tehastes on hakatud seeriaviisiliselt tootma tungraudu varrasarmatuuri pingutamiseks ДС-50-50, ДС-25-50 ja Д2С-30-50. Nende kõigi töötamispõhimõte ja konstruktsioon on analoogiline, erinevused on ainult gabariidid.

Hüdrauliline tungraud ДС-50-150 (СМ-537) (joon. 189) on ette nähtud 16—27 mm läbimõõduga keermestatud otsaga armatuurivarraste pingutamiseks; tema tõmbejõud on 50 t, kolvi käik (armatuuri pikenemine) — kuni 150 mm.



Joon. 189. Hüdrauliline tungraud ДС-50-150

1 — silinder; 2 — otstükk; 3 — keermestatud otsaga tõukur; 4 — kolb; 5 — käsi-
ratas; 6 — hammasülekande korpus; 7 — hammasratas vöölii; 8 — parasiitham-
masratas; 9 — hammasratas tõukuri otsal; 10 — mutri kinnitaja; 11 — käepide;
12 — konks tungraua ülesriputamiseks

Kahekordse tõmbamise teel võib varrast ka rohkem välja venitada.

Hüdraulilise tungraua põhilisteks osadeks on: silinder, otstugi ja keerrestatud otsaga kolvivars, mille vööle toetub kolb koos sabaga.

Töö hõlbustamiseks on kinnitatud tungrauale käepidemed ning riputuspol, mille abil tungraud riputatakse trossi külge.

Varraste pingutamiseks asetatakse tungraud otstoega 2 armatuurivarda otsa juurde, seejärel kruvitakse kolvivars 3 käsiratta 5 keeramise teel armatuurivarda otsa. Kolvivart kruvitakse kuni kolvi toetumiseni vastu tungraua korpust.

Seejärel pumbatakse silindrisse õli. Seejuures liigub kolb 4 tagasi ja tõmbab edasi ka kolvivart 3 koos armatuurivardaga. Varda pingestust kontrollitakse õlipumba manomeetriga.

Pärast pingestust keeratakse varda mutter lõpuni ja lastakse õli silindrist välja. Seejärel vabastatakse kolvivarre 3 ots käsiratta 5 keeramise teel armatuurivardalt.

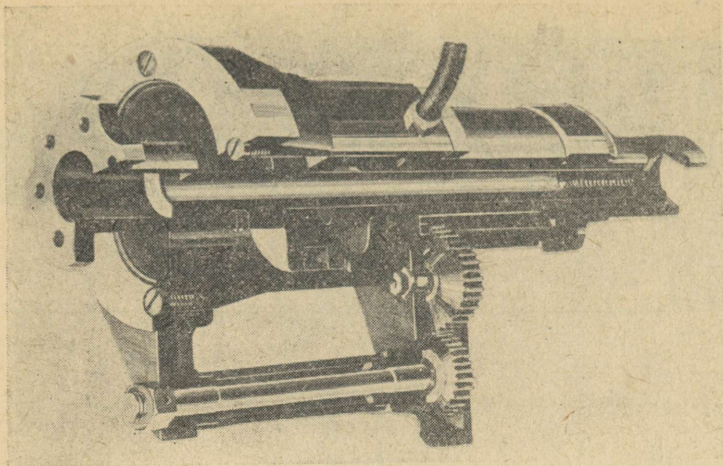
Hüdrauliline tungraud ДС-25-50 (СМ-514) (joon. 190) tõmbejõuga 25 t ja kolvi käiguga 50 mm on analoogiline tungrauaga ДС-50-150 ja erineb sellest ainult mõõdete poolest. Teda kasutatakse 16—22 mm läbimõõduga varraste pingutamiseks.

Hüdraulilist tungrauda Д2С-30-50 (СМ-538) (joon. 191), mille tõmbejõud on 30 t ja kolvi käik 50 mm, kasutatakse 16—20 mm läbimõõduga varraste pingutamiseks. Ülal kirjeldatust erineb ta selle poolest, et teda võib kasutada üheaegselt 2 varda pingutamiseks pikenemiseni kuni 50 mm. Ta koosneb kahest omavahel ühendatud tungrauast, millest kumbki võib töötada iseseisvalt.

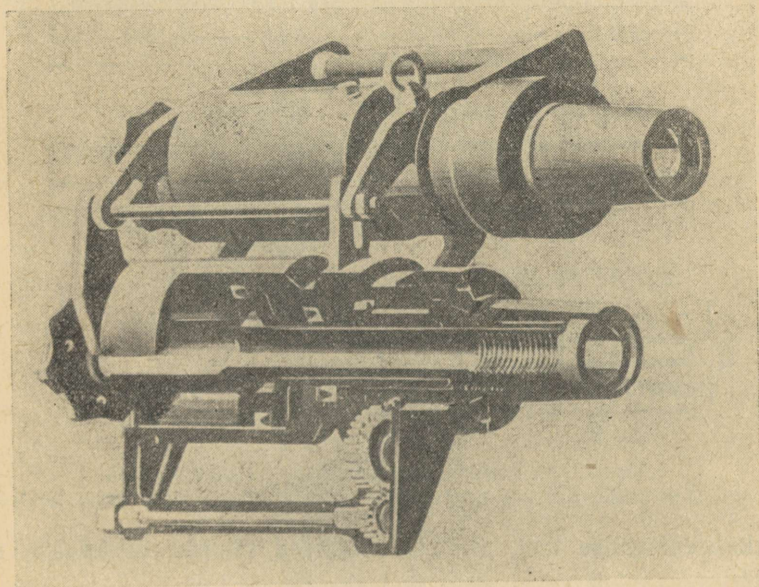
Järelingestatud detailide valmistamisel kasutatakse armatuurivarrasteks terast Ст. 5 ja Ст. 25ГС, voolavuspiiriga vastavalt 3500 ja 4500 kg/cm². Madala voolavuspiiri tõttu on varrasarmatuuri pingestus tavaliselt suhteliselt madal.

Järelingestatud detailid valmistatakse peamiselt kimparmatuuriga.

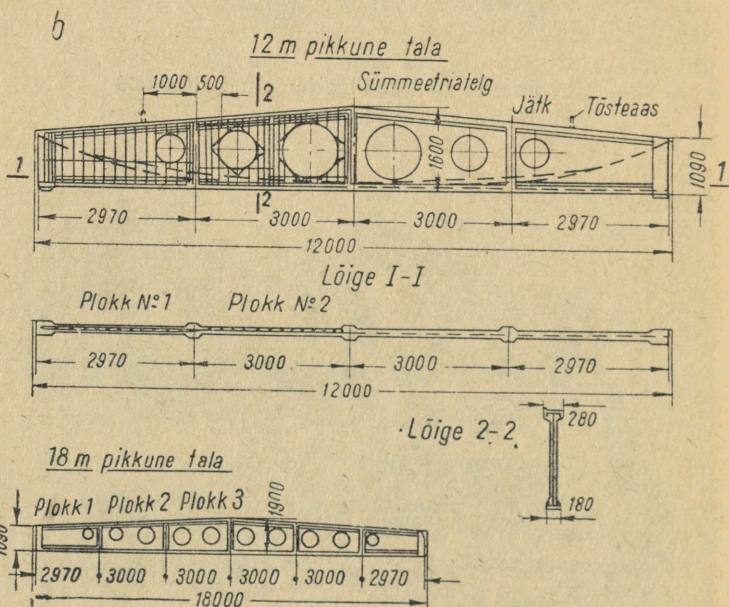
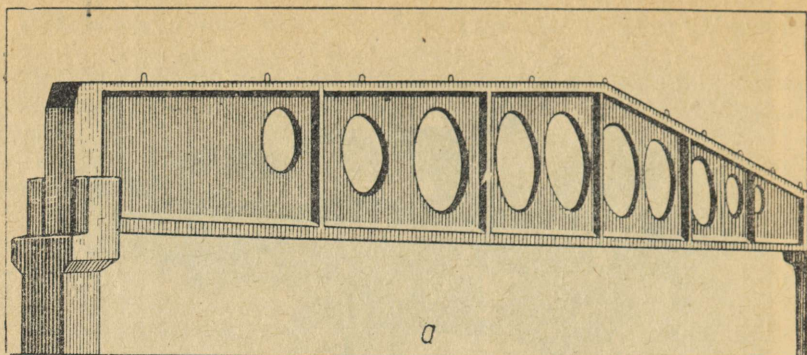
Armeerimist kimpudega on viimastel aastatel laialdaselt kasutatud mitmesuguste pingebeetondetailide valmistamiseks rahvademokraatiamaades, Prantsusmaal ja Belgias. NSV Liidus kasutatakse seda kuni 33 m kandeavaga raudteesildade ja 12, 18, 24 ja 30 m avaga liittalade valmistamiseks. Joonisel 192 on kujutatud talad НИИ-200 kandeavaga 12 ja 18 m, mis koosnevad üksikutest plokkidest. Tala on I-ristlõikega, seinad muudavad kergemaks ümmargused avad. Tala valmistamisel asetatakse plokkide alumisse vöösse ja seinad sisse torud, mis pärast betoneerimist välja tõmmatakse. Plokkide kokkumonteerimisel asetatakse torudega tekitatud kanalitesse kõrgemargilisest terasest vardad või kõrgemargiliste 5—8 mm läbimõõduga traatide kimbud. Ühest otsast ankurdatakse kimbu traadid, teises otsas ulatuvad nad konstruktsioonist välja. Plokkide ülemised vööd ühendatakse jätkulappide



Joon. 190. Hüdrauliline tungraud ДС-25-50



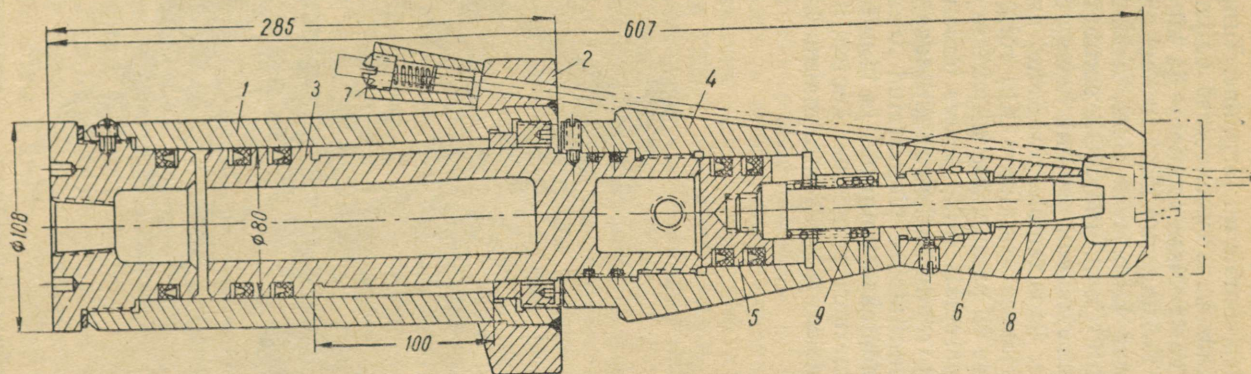
Joon. 191. Hüdrauliline tungraud Д2С-30-50



Joon. 192. Plokkidest monteeritav pingebetoontala
 a — 18 m kandeavaga tala üldvaade; b — 12 m ja 18 m pikkuste talade joonised

kokkukeevitamise teel, plokkidevahelised vuugid täidetakse mör-
 digiga.

Pärast mördi kivistumist pingutatakse armatuur hüdraulilise
 tungraua ДП-15-100 (joon. 193) abil, mille tõmbejõud on 15 t ja
 kolvikäik 100 mm.

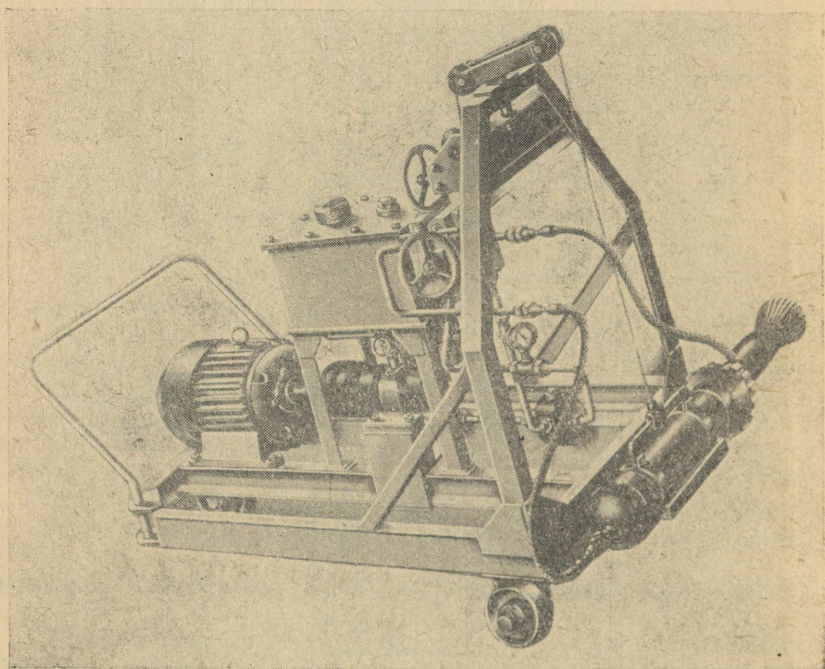


Joon. 193. Hüdrauliline tungraud ДП-15-100

1 — silinder; 2 — tugiaarik; 3 — kolb; 4 — koonus; 5 — kolb tõukuriga; 6 — vahetatav otstükk; 7 — traadi kinnitamise lukk; 8 — tõukur, mis surub korgi detaili sisse

Hüdraulilise tungrauaga ДП-15-100 (СМ-539) võib pingutada kimparmatuuri 5 traadist $\varnothing 5$ mm või 3 traadist $\varnothing 8$ mm.

Tungraua töötamis põhimõte on järgmine. Tungraud asetatakse sinna, kus kimp ulatub konstruktsioonist välja. Kimbu traadid asetatakse tungraua vastavasse soontesse ja kinnitatakse klambritega 7 tugijäarikule 2. Tungraua hüdraulilisel silindril 1 on kaks õõnt. Kui elektrimootor lülitatakse sisse, hakkab pump suruma õli silindrisse vasakult (joon. 193). Õli surub tungraua parempoolse osa vastu konstruktsiooni betooni, luues nii tungrauale toe, seejärel liigub silinder koos temale kinnitatud armatuuriga vasakule, pingestades seejuures armatuuri. Kui rõhk silindris ulatub 300 kg/cm^2 , lõpetatakse õli pumpamine silindrisse vasakult ja pumpatakse õli temasse paremalt, mille juures tõukur 8 lükkab raudbetoonist korgi kimbu traatide vahele, kinnitades need detaili koonilisse avasse. Nii kinnitatakse pingestatud traatide kimp tala külge. Seejärel eemaldatakse tungraud ja kinnitatud traadiotsad lõigatakse maha. Armatuuri pingestust kontrollitakse manomeetriga. Tungraud asetatakse järgmisele armatuurikimbule, kus töötsüklid kordub.



Joon. 194. Hüdrauliline tungraud ДП-60-300

Armatuuri kaitseks roostetamise eest ja paremaks nakkumiseks betooniga pumbatakse (injekteeritakse) pärast kimbu pingutamist selleks jäetud ava kaudu kanalisse tsementmörti.

Mitmesuguste raudbetoondetailide valmistamisel kasutatakse 5 mm läbimõõduga 18 traadist armatuurikimpude pingestamiseks hüdraulilist tungrauda ДП-60-300 (СМ-529) (joon. 194) tõmbejõuga 60 t ja kolvi käiguga 300 mm. Tema töötamis põhimõte on analoogiline tungrauaga ДП-15-100, millest ta erineb selle poolest, et ta on kinnitatud pumbaga ühele ja samale vankrile.

XIV peatükk

TÖÖ ORGANISEERIMINE JA NORMEERIMINE

1. ARMATUURI- JA BETOONITÖÖDE ORGANISEERIMINE

Meie rasketööstuse ja esmajärjekorras masinaehituse arenguga saavad ehitused üha rohkem täiuslikke masinaid ja mehhanisme. Arvukate masinate ja mehhanismide olemasolu muudab järsult ehitustööde teostamise viise ja võimaldab neid maksimaalselt mehhaniseerida. See kutsub ellu uued tootmise organiseerimise vormid, mis tagavad masinate ja mehhanismide maksimaalse ära kasutamise teel suurima tööviljakuse.

Selliseks uueks tööde organiseerimise vormiks on põhiliste ehitustööde kompleksne mehhaniseerimine.

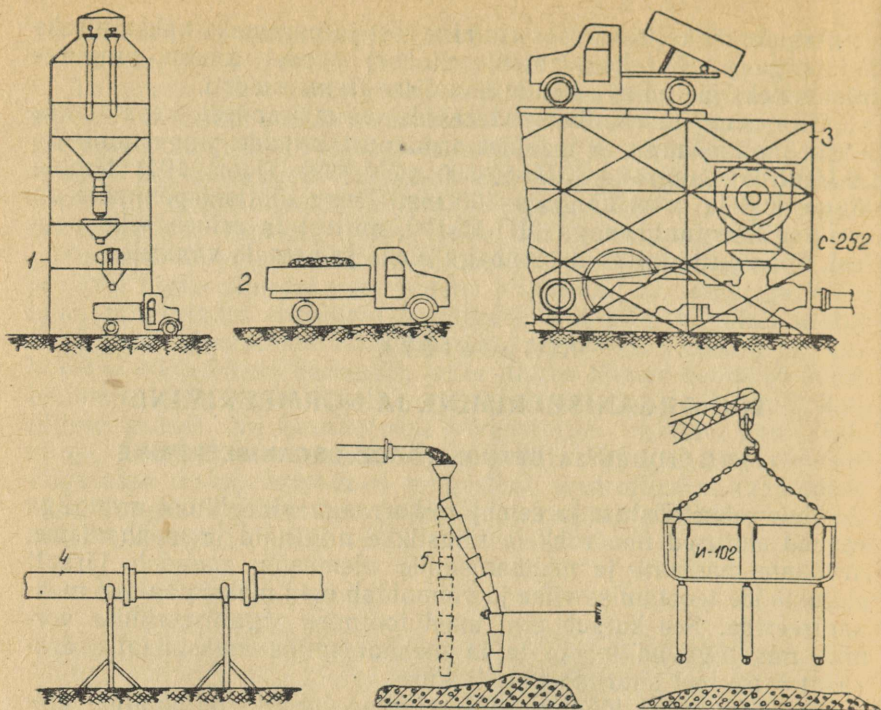
Kompleksel mehhaniseerimisel sooritatakse kõik antud tööde (näiteks betoonitööde) tehnoloogilise protsessi põhioperatsioonid ainult masinate või seadmete abil, mille töö on omavahel seotud.

Võrreldes osalise mehhaniseerimisega, tagab kompleksne mehhaniseerimine kõrgemad tehnilis-ökonomilised näitajad: tööviljakuse suurenemise, masinate ja mehhanismide parema ära kasutamise ja tööde maksumuse vähenemise.

Kompleksel mehhaniseerimisel kõrgenevad nõuded tööde organiseerimisele, tõuseb tootmiskultuur ehitustel, muutub vältimatuks tootmise õigeaegne ettevalmistus ja töökoha täpne organiseerimine.

Betoonitööde kompleksne mehhaniseerimine toimub eesrindlikes ehitustrustides mitmesugustel meetoditel. Näiteks toimus V. I. Lenini nimelise Volga—Doni laevatatava kanali lüüside betoneerimine järgmise skeemi kohaselt (joon. 195).

Automatiseeritud betoonitehases 1 laaditi betoonisegu autosekallutajaile 2 ja transporditi objektile, seal laaditi otse betoonipumba C-252 vastuvõtulehtri 3 kohal olemasse punkrisse; segu pumbati betoonijuhtme 4 kaudu 120 m kaugusele. Konstruktsiooni paigaldati betoonisegu teleskoopilise vibrolati 5 kaudu, mis oli



Joon. 195. Betoonitööde kompleksse mehhaniseerimise skeem V. I. Lenini nime-
lise Volga—Doni kanali ehitusel

riputatud betoonijuhtme otsa. Segu tihendati kuue vibraatoriga И-102.

Betoneerijate brigaadi viljakaks tööks peab olema tarvilik tööfront, s.o. ettevalmistatud tööloik, mille suurus oleks küllaldane brigaadi pidevaks tööks kogu vahetuse jooksul. Brigaadide ja tööülilide üleminek ühelt tööloigult teisele peab toimuma seisakuteta ja võimaluse korral vahetuse alguses.

Töoviljakuse tõusu soodustab ka töökohta õige organiseerimine. Töökohaks nimetatakse tööloiku (pinda), mille piires asuvad ja liiguvad antud tööprotsessist osavõtvad töölised, samuti vajalikud masinad, mehhanismid, instrumendid, materjalid ja tooted. Töökoht peab olema töötamiseks sobiv, avar, võimaldama materjalide kohaletoomist. Materjalid, detailid ja tööabinõud peavad olema paigutatud nii, et nad ei takistaks tööd, kuid oleksid samal ajal käeulatuses.

Tootmisülesannete täitmiseks luuakse ehitusel brigaadid. Oluline on brigaadide õige komplekteerimine töölistega. Lülide

moodustamisel brigaadides tuleb juhinduda ÜN ja H juhistest ning jälgida, et kõrge kvalifikatsiooniga tööline teeks kõik keerukamad operatsioonid, madalama kvalifikatsiooniga tööline — lihtsamad, et iga tööline täidaks lüüsi operatsioone, mis vastavad tema liigile ja tariifi-kvalifikatsiooniteatmikus antud kvalifikatsioonikarakteristikale. Brigaade, milles töötavad ainult ühe eriala või naabererialade töölised, nimetatakse spetsiaalbrigaadideks. Näiteks võib tuua armatuuri-töölise ja betoneerijate brigaadi, mille koosseisus on 10—15 inimest sõltuvalt tööde mahust.

Väga efektiivsed on teise põhimõtte järgi moodustatud nn. kompleksbrigaadid. Neisse kuuluvad mitme eriala töölised, keda vajatakse ühtse töödekompleksi teostamisel. Näiteks võib betonehitise karkassi betoneerimiseks organiseerida kompleksbrigaadi, mis koosneb betoonisegu transpordil töötavaist transporditöölisedest, betooni paigaldajatest, kraanasid teenindavatest motoristidest, puuseppadest, armatuuri-töölisedest jne.

Kompleksbrigaadid võivad olla kuni 30—40-liikmelised. Tavaliselt koosnevad nad spetsialiseerunud lüüsidest, mis täidavad erinevaid, kuid omavahel seotud ülesandeid.

2. TEHNILINE JA TARIIFNE NORMEERIMINE

Tööaja ühikus valmistatava toodangu hulk on määratud tootmishinnaga. Tehnilise normeerimise põhiülesandeks on teaduslikult põhjendatud progressiivsete tootmishinnade väljatöötamine. Seoses tehnoloogiliste protsesside muutumisega ning uute masinate ja mehhanismide kasutuselevõtmisega vaadatakse tootmishinnad perioodiliselt läbi, kuna tehnika täiustub ja hinnad vananevad. Tootmishinnad on antud aja- ja tööhinnade kujul.

Ajainnaks nimetatakse kvaliteetse toodangu ühiku valmistamiseks vajalikku tööaja hulka, kui tööd teostab vastava kvalifikatsiooniga tööline normaalseis töötingimustes ja tööde õige organiseerimise juures. Ajainnaks väljendatakse inimtundides (in.-t.) või inimpäevades (in.-p.).

Tööhinnaks nimetatakse kvaliteetse toodangu hulka, mille peab vastava kvalifikatsiooniga tööline andma mingi ajaühiku (tunni, päeva) jooksul, töötades normaalseis töötingimustes ja tööde õigel organiseerimisel. Tööhinnaks väljendatakse antud produktsiooni ühikuis. Näiteks väljendatakse tööhinnaks armatuuri-töölisel tonnides (t), betoonitöölisel — kuupmeetrites (m³).

Tootmishinnad määratakse vastava normatiivide kogumiku põhjal, mida nimetatakse «Ehitus- ja montaažitööde ühtsed hinnad ja hinnad» (lühendatult ÜN ja H).

Peale tootmishinnade on kogumikus antud ka tükitöö hinnad tehtud tööde eest tasumiseks. Need on tükitöö tasumäärad

heakvaliteedilise toodangu ühiku valmistamise eest. Ehitustöölise tariifi-kvalifikatsiooniteatmik on antud ehitustöödel, sealhulgas ka armatuuri-, betooni- ja raudbetoonitöödel töötavate tööliste kvalifikatsioonikarakteristikad. Teatmik on iga eriala tööd jaotatud keerukuse põhjal liikideks (järkudeks). Liik määrab tööliste kvalifikatsiooni. Töölise liigi määrab komisjon, mille koosseisu kuuluvad tööde juhataja, meister ja brigadir. Kõrgema liigi saamiseks peab tööline tegema proovitöö. Komisjoni otsus kantakse vastavasse protokollu.

Ehituses kehtib alates 1960. aastast¹ kuueliigiline tariifivõrk, mille põhjal arvutatakse ehitustöölise töötasu. Tariifivõrk on tabel, mis määrab erineva kvalifikatsiooniga tööliste töötasumäärad. Igale liigile vastab erinev tunnitatumäär (tabel 27).

Tabel 27

Ehitustöölise tariifivõrk						
Liik	1	2	3	4	5	6
Tunnitatumäär (rbl.—kop.)	0—32	0—37	0—42,5	0—48,8	0—56,2	0—64

Rasketes kliimaatilistes tingimustes — põhjarajoonides, Ida-Siberis, üle 1500 m kõrgusel üle merepinna ja mujal — suurendatakse tunnitatumäärasid vastavate koefitsientidega korrutamise teel.

Töötamisel ekspluateeritavates hoonetes ja tsehhides, samuti kitsendatud tööfrondi või tervistkahjustavate töötingimuste korral rakendatakse ajanormidele ja hinnetele vastav paranduskoefitsient, mille suurus on 1,1—1,25. Soojakuis töötamise puhul seda ei tehta, sest selleks on ette nähtud eraldi paranduskoefitsient.

Talvel tehtavate ehitus- ja montaažtööde puhul suurendatakse ajanorme ja hindeid paranduskoefitsientidega sõltuvalt tööde liigist. Selleks on ehitustööd jaotatud gruppidesse. Vabas õhus ja kütmata ruumides tehtavad igasugused raudbetooni- ja betoonitööd, sealhulgas armatuuri sidumine ja paigaldamine ning betoonisegu valmistamine ja paigaldamine tööstus- ja tsiviilhoonete, sillatugede ja hüdrotehniliste ehitiste püstitamisel, samuti poolfabrikaatide, detailide ja konstruktsioonide valmistamine kuuluvad I gruppi. Ehituskonstruktsioonide, sealhulgas igasuguste betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonide kokkupanemine, tõstmine ja paigaldamine kuuluvad III gruppi.

¹ Alljärgnev osa on ümber töötatud vastavalt 1960. a. tariifi-kvalifikatsiooniteatmikule ning ühtseile normidele ja hinnetele.

Eesti NSV kuulub NSV Liidu 2. temperatuurivööndisse. Siin rakendatakse paranduskoefitsiente nelja kuu vältel: detsembrist märtsini. Paranduskoefitsientide väärtused on toodud tabelis 28.

Tabel 28

Ajanormide ja hinnete talvised paranduskoefitsiendid

Kuu	Tööde grupp		
	I	II	III
Detsember	1,06	1,09	1,12
Jaanuar ja veebruar	1,08	1,11	1,14
Märts	1,05	1,07	1,10

Need paranduskoefitsiendid arvestavad tööde takistatust talviste tööriiete, halvema nähtavuse, lume ja jää olemasolu ning esemete ja pindade jäätumise, samuti töökoha lumest puhastamise ja talvel vajalike töötehnoloogia muudatuste tõttu. Materjalide ja mõrdikomponentide soojendamise, tuulevarjete püstitamise, väljaspool töökohta asuva territooriumi puhastamine lumest ning jää raumine tellingutelt ja hoonete ümbert ei ole paranduskoefitsientidega arvestatud; nende tööde eest tuleb tasuda eraldi.

Paranduskoefitsiente rakendatakse ainult sellele töömahule, mis tehti vabas õhus ning kütmata ruumides.

Töötamise puhul talvel soojakutes suurendatakse ajanorme ja hindede kõikidel talvekuudel 10% ulatuses; seda lisanormi köetud ruumides tehtavate tööde puhul kasutada ei lubata.

Kui töid teostavad töölisel, kelle liik ei vasta ÜN ja H-s ettenähtule, tasutakse töö eest ikkagi tööle vastavate normide ja hinnete põhjal.

Hinded on arvutatud lüli ühe töölise keskmise tunnitasu korutamise teel ajanormiga. Arvutuse lihtsustamiseks töökäskude koostamisel on tükitööhinded ümardatud. Näiteks on teatmiku 4. kogumiku «Raudbetooni- ja betoonitööd» 2. osa «Hoonete ja tööstustehitiste monoliitsed betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonid» § 4-2-8 Б kohaselt ajanorm ja hinne ühe kuni 50 kg raskuse armatuurivõrgu või -karkassi kohaleasetamiseks käsitsi koos betoon-alusklotside paigaldamise ja rihtimise, võrkude kohaletoomise ja paigaldatud võrkude rihtimisega $\frac{0.27}{0-10,5}$ (lugejas on antud ajanorm inimtundides, nimetajas — tükitasumäär rublades ja kopikates). Lüli koosseisuks on ette nähtud üks 3. liigi armatuuritööline ja üks 2. liigi armatuuritööline. Vastavalt arvutuslikule tasumäärale (tabeli 27 põhjal) on 3. liigi töölise tasumäär 42,5

kop., 2. liigi töölisel — 37 kop. tunnis. Järelikult on lüli keskmine tunnitasumäär $\frac{37 + 42,5}{2} = 39,75$ kop. Korrutades lüli keskmise tunnitasumäära ajanormiga inimtundides saame hindeks 39,75 kop. · 0,27 t. $\approx 10,5$ kop.

3. TÖÖTASUSUSTEEMIDE LÜHIKE ISELOOMUSTUS

Ehituses kasutatakse kahte töötasu vormi — tükitasu ja ajatasu. Mõlemad võivad olla nii otsesed kui ka premiaalsed. Tükitasu on ehituses põhiliseks töötasu vormiks.

Otsese tükitasusüsteemi puhul tasutakse tööliste, lüli või brigaadi poolt valmistatud heakvaliteedilise toodangu iga ühiku eest otsese tükitasumäära (hinde) järgi, mis on antud UN ja H-s, sõltumatult valmistatud toodangu hulgast. Tööliste töötasu määratakse vastava hinde korrutamise teel tehtud tööde mahuga.

Premiaalse tükitasusüsteemi puhul makstakse töölistele peale otsese tükitasu veel preemiat akordse tööülesande tähtaegse või ennetähtaegse täitmise eest. Akordtöökäsku antakse välja terve töödekompleksi või konstruktiivemendi kohta tervikuna. Näiteks võib anda akordtöökäsku armatuuritöölistele terve väikese raudbetoonkorpuse või selle osa (bloki) või mingi vahelae armatuuri valmistamise ja paigaldamise kohta tervikuna. Betoneeri jaoks võib anda akordtöökäsku terve vahelae betoneerimise, ehitise vundamentide betoneerimise või mingi bloki betoneerimise kohta.

Akordtöökäsus määratakse preemia kogu töö kohta tervikuna, näidates tööde lõpetamise tähtaja. Kui akordset tööülesannet ettenähtud tähtajaks ei täideta, makstakse töölistele välja ainult otsene tükitasu ilma preemiata. Tähtaega pikendada ei ole lubatud.

Akordse tükitasusüsteemi puhul on töölistel eriti huvitatud tööde heakvaliteedilisest ja kiirest teostamisest, kuna akordtöökäsku väljaandmisel saavad nad kohe teada tööde kogu mahu ning töötasu suuruse.

Ajatasu vormi puhul tasutakse töölistele faktiliselt tööl olnud aja eest vastavalt tema liigile, sõltumatult tehtud töö hulgast. Ajatasu kasutatakse ehituses võrdlemisi harva, kuna ta ei ärata tööliste huvi toodangu suurendamise vastu. Ajatasu rakendatakse juhtudel, kui tööd ei saa normeerida ega arvestada (väikese remonttööd, motoristide töö jne.).

Ajatöölistele võib maksta preemiat kvaliteetse ja õigeaegse töö eest tingimusel, et nende poolt teenindatavas tööloigus täidetakse kuuplaan ning nende endi töös ei esine häireid.

Peale selle võidakse maksta ehitustöölistele preemiat ehitusmaterjalide kokkuhoiu, monteeritavate detailide säästliku käsitsemise

ning ehitusobjektide tähtaegse või ennetähtaegse eksploatatsiooni-
andmise eest. Nende preemiate määrad määrab kindlaks ehitus-
organisatsiooni juhataja koos ametiühingukomiteega.

Tööalaste eksimuste ja lohakuse eest võib ehitusorganisatsiooni
juhataja keelata üksikute töötajate premeerimise.

Kõikide käsitletud preemiate maksimaalseks üldsummaks on
40% tükitöölise tükitasust või ajatöölise tariifimäärast kuus.

SISUKORD

Eessõna	3
Sissejuhatus	5
1. Armatuuri ja betooni töötamine raudbetoonkonstruktsioonides	5
2. Armatuuri ülesanne	6
3. Raudbetoonkonstruktsioonide põhiliigid	8
4. Raudbetoonkonstruktsioonide joonised	12
Esimene osa. Armatuuritööd	
I peatükk. Armatuuriterased	19
1. Armatuuriteraste põhiomadused, proovimine, markeerimine ja hoidmine	19
2. Perioodilise profiiliga armatuuriterase valmistamine	24
3. Armatuuriterase kalibreerimine	29
4. Armatuuriterase külvalt tõmbamine	32
II peatükk. Armatuuriterase õgvendamine	33
1. Ümarterase õgvendamine ja lõikamine automaatpinkidel	33
2. Peene ümarterase (katanka) õgvendamine lõputu trossiga	35
3. Jämeda armatuuri õgvendamine	39
4. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	39
III peatükk. Armatuurivarraste jätkamine elektrikeevitusega	41
1. Elektrikeevituse viisid jätkamisel	42
2. Jätkude liigid	43
3. Masinad jätkude keevitamiseks	45
4. Töökoha organiseerimine armatuuri põkk-kontaktkeevitamiseks	49
5. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	50
IV peatükk. Armatuuriterase lõikamine ja painutamine	51
1. Peene armatuuri lõikamine ja painutamine	52
2. Jämeda armatuuri lõikamine ja painutamine	62
3. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	68
V peatükk. Armatuurivõrkude ja -karkasside sidumine	68
1. Sõlmede sidumine	69
2. Armatuurivõrkude sidumine	70
3. Talade, sammaste ja vaiade karkasside sidumine	71
4. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	74
VI peatükk. Armatuuri keevitamine ja paigaldamine	74
1. Võrkude ja tasapinnaliste karkasside elektrikeevitus	75
2. Talade, sammaste jt. ruumiliste konstruktsioonide karkasside elektrikeevitus	82
3. Külmaltoõmmatud kalibreeritud ja muljutud terase keevitamise iseärasused	87
4. Keevitatud ja seotud armatuurikarkasside paigaldamine	88

5. Keevitatud armatuurikarkasside eelised võrreldes seotud karkas- sidega	95
6. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	97

Teine osa. Betoonitööd

VII peatükk. Põhiandmed betooni kohta	98
1. Betooni koostis ja omadused	98
2. Betooni koostismaterjalid	102
3. Betooni liigid	111
4. Betoonisegu koostise valik	113
VIII peatükk. Betoonisegu valmistamine	116
1. Perioodilise töötamisega betoonisegistid	117
2. Pideva töötamisega betoonisegistid	123
3. Materjalide doseerimine	124
4. Betooni segamine	128
5. Betoonitehased	129
6. Kuiva betoonisegu valmistamine	134
7. Betoonisegu käsitsi valmistamine	135
8. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	135
IX peatükk. Betoonisegu transportimine	137
1. Transportimise põhilised eeskirjad	137
2. Betoonisegu horisontaaltransport	140
3. Betoonisegu transportimine kraana abil koppades	145
4. Betoonisegu transportimine betoonipumpadega	149
5. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	152
X peatükk. Betoonisegu paigaldamine ja tihendamine monoliitsetes konstruktsioonides	153
1. Raketis	153
2. Ettevalmistustööd betoneerimiseks	158
3. Betoonisegu paigaldamine ja vibreerimine	161
4. Betoonisegu käsitsi paigaldamine ja tihendamine	168
5. Põrandate betoneerimine	168
6. Vundamentide ja massiivide betoneerimine	171
7. Sammaste ja seinte betoneerimine	172
8. Talade ja vahelaeplaatide betoneerimine	174
9. Võlvide, kaarte ja reservuaaride betoneerimine	174
10. Silode ja teiste taoliste ehitiste betoneerimine	175
11. Veealune betoneerimine	175
12. Betoonisegu vakumeerimine	176
13. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	179
XI peatükk. Betooni hooldamine ja betoneerimine talvetingimustes	181
1. Talvise betoneerimise alused	181
2. Talvise betoneerimise iseärasused	182
3. Betooni hoidmine	184
4. Betooni hooldamine ja kvaliteedi kontroll	190
5. Põhilised ohutustehnika eeskirjad	193
XII peatükk. Monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide ja -detailide valmistamine	194
1. Monteeritavate raudbetoondetailide valmistamine	195
2. Jäikade betoonisegude kasutamine monteeritavate betoon- ja raudbetoonitoodete valmistamiseks	204
3. Mullbetoonidest toodete valmistamine	207
4. Raudbetoonkonstruktsioonide montaaž	209
XIII peatükk. Pingebetoondetailide valmistamine	214
1. Enne betooni kivistumist pingestatud armatuuriga pingebetoon- detailide valmistamine	216

2. Pärast betooni kivistumist pingestatud armatuuriga pingebeton- detailide valmistamine	231
XIV peatükk. Töö organiseerimine ja normeerimine	237
1. Armatuuri- ja betoonitööde organiseerimine	237
2. Tehniline ja tariifne normeerimine	239
3. Töötasusüsteemide lühike iseloomustus	242

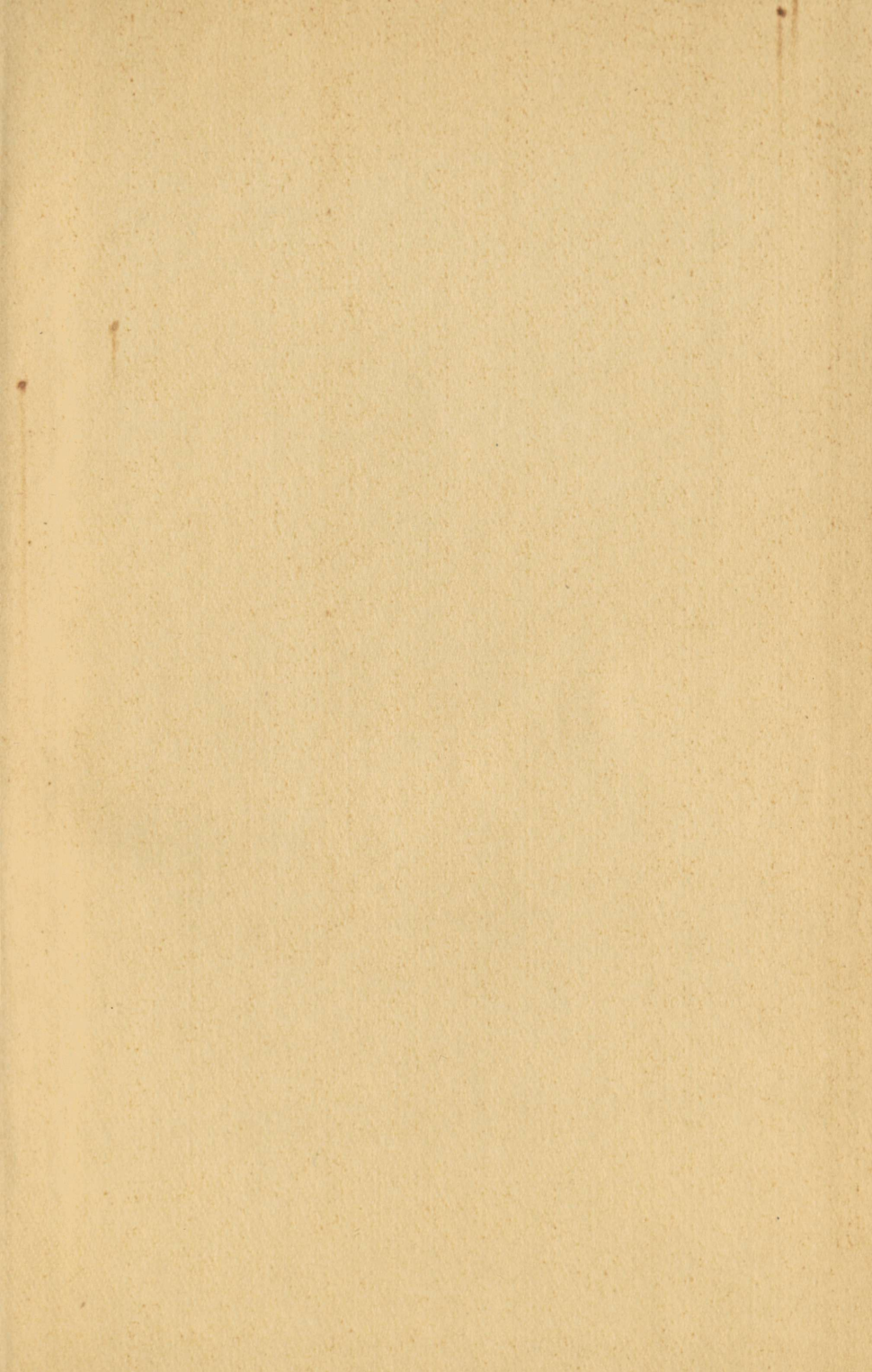
Михаил Михайлович Швей
АРМАТУРНЫЕ И БЕТОННЫЕ РАБОТЫ

На эстонском языке
Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja A. Oga
Kunstiline toimetaja R. Tungla
Tehniline toimetaja I. Vahtre
Korrektorid P. Hiie ja E. Künarpu
Ladumisele antud 5. X 1960. Trükkimisele antud
11. I 1961. Paber 60 × 90, 1/16. Trükipoognaid 15,5 + 1
lisa. Arvutuspoognaid 15,45. Trükiarv 3000. Tellimise
nr. 9276. Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu,
Ülikooli 17/19. II

Hind 50 kop.



50 kop.

A-23643

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00356100 0

50 kop.

A-23643



M. ŠVEI • ARMATUURI-JA BETOONITÖÖD

M. ŠVEI



ARMATUURI-
JA
BETOONI-
TÖÖD