



*Tsementbetoon-
teekatete
ehitamise
masinad*

Tallinn · 1968

74635

TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT

Ehitustehnoloogia kateeder

TSEMENTBETOONTEEKATEETE

EHITAMISE MASINAD

Koostanud N. Jürisson

Tallinn
1968

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра строительной механики

МАШИНЫ ДЛЯ ПОСТРОЙКИ
ЦЕМЕНТО-БЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Составитель Н.Юриссон

На эстонском языке

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

74635

ARHIIVKOGU

Vastutav toimetaja O. Vahelaid

Trükkimisele antud 20.VI 68. Paber 60x84/16
Trükipg. 8,25. Tingpg. 7,67. Tiraaž 400
MB-05396 . TPI rotaprint, Tallinn, Pikk jalg 14
Tell. 327 Hind 28 kop.

Käesolev konspekt on määratud õppevahendiks esmajoones Tallinna Polütehnilise Instituudi autoteede eriala üliõpilastele õppeaine "Teedehitusmasinad, autod ja traktorid" tsementbetoontekatete ehitamise masinate osa tundmaõppimiseks.

Õpikus on üksikasjaliselt käsitletud tsementbetoonisegu valmistamise masinaid, tsementbetoonitehaseid ja masinaid, mille abil ehitatakse teekatet teetrassil. Rohkearvulised joonised ja skeemid aitavad selgitada masinate töötamis põhimõtet ja konstruktiivseid iseärasusi. Kõikide tähtsamate masinate kohta on toodud tootmistehniliste arvutuste valemid.

Tsementbetoontekatted ehitatakse üleriigilise tähtsusega teedel, kus liiklemise intensiivsus ületab 3000 autot ööpäevas. Vastavalt tee liigile on teekatte paksus 18 kuni 24 cm.

Tsementbetoontekatete ehitamine on peaaegu täielikult mehhaniseeritud. Neid ehitatakse voolehituse põhimõttel piki teed liikuva masinate komplektiga.

Tsementbetoontekatete ehitamise tehnoloogiline protsess koosneb põhiliselt betoonisegu valmistamisest, selle transportimisest veele, paigaldamisest ja viimistlemisest.

TSEMENTBETONISEGU VALMISTAMISE MASINAD

1. Betoonisegistid

Betoonisegistite klassifitseerimisel võetakse tavaliselt aluseks järgmised tunnused: töö iseloom, segamisviis ja liikuvusaste.

Töö iseloomu järgi tuntakse tsüklilise ja pideva toimega betoonisegisteid. Tsüklilistes segistites segatakse komponente annuste kaupa, kusjuures üksikud operatsioonid kulgevad kindlas tehnoloogilises järjekorras (täitmine, segamine, tühendamise).

Pideva toimega betoonisegistites toimuvad vajalikud operatsioonid pidevalt ja üheaegselt; need segistid on lihtsamad, kompaktsemad ja tootlikumad. Seetõttu kasutatakse neid võimsates tehastes, kus valmistatakse betooniseгу suurte massiivide (näiteks hüdrotehniliste ehitiste) tarvis. Nendel segistitel on pikad (ca 4 m) silindrikujulised trumlid komponentide küllaldaseks läbisegamiseks.

Segamisviisi järgi jagunevad betoonisegistid sund-, vaba- ja vibrosegamisega segistiteks.

Vabasegamisega segistites toimub segamine pöörlevas trumlis, mille sisepinnale on kinnitatud labad. Trumli pöörlemisel tõstetakse segatavad materjalid nendega üles, misjärel nad vabalt alla langedes segunevad.

Sundsegistites segatakse põhiliselt kahel viisil: keerme kujuliselt painutatud labade pöörlemisega paigalseisvas trumlis või labade ja trumli vastassuunalise pöörlemise teel. Esimest viisi kasutatakse peaaesjalikult mõrtide valmistamisel.

Põhiliselt kasutati Nõukogude Liidus seni tsüklilise vabasegamisega betoonisegistit, mis on mõeldud peamiselt plastiliste betoonisegude valmistamiseks. Viimasel ajal on le-

vinud majanduslikult tasuvamad jäävad betoonisegud, vesi-tse-mentteguriga 0,3 - 0,4, ning seetõttu on rohkem kasutama ha- katud sundsegisteid.

Nõukogude Liidus valmistatakse vabasegamisega segisteid litraažiga 100; 250; 500; 1200 ja 2400 l; sundsegisteid - 250; 500 ja 1000 l.

Vibrosegisti tööorganiks on vibroseadmega vabasegamise põhimõttel töötav trummel. Vibroseade kiirendab jääkade be- toonisegude ühtlast segunemist.

Sõltuvalt liikuvusastmest jagunevad betoonisegistid stat- sionaarseteks, teisedatavateks ja autobetoonisegistiteks. Esi- mesi kasutatakse pikemat aega ühel kohal töötavates betooni- tehastes, teisi seal, kus segistite töökohta on vaja sageli vahetada.

Autobetoonisegisti tööorganiks on pikergune, pirnikujuli- ne trummel, mille seina sisepoollele on kinnitatud keerme- kulised (parem- ja vasakpoolse tõusuga) labad. Täitmisel ja segamisel pöörleb trummel üht- ning tühjendamisel teistpidi. Trummel on autošassiil kaldasendis, otsaava (selle kaudu täidetakse ja tühjendatakse trumlit) ülespoole. Autobetooni- segisteid kasutatakse nii kuiv- kui ka valmissegu segamisel ja transportimisel.

Sõltumata tüübist koosnevad kõik betoonisegistid järg- mistest põhiosadest:

- 1) tööorganist (trumlist), kus segatakse betooni kompo- nendid;
- 2) doseerimis- ja sisselaadimismehhanismist, mille abil komponendid mõõdetakse ja antakse trumlistesse;
- 3) väljalaadimismehhanismist, mille abil trummel tühjen- datakse;
- 4) mootorist; 5) ülekandest ja 6) kerest.

Trummel on segisti tähtsaim osa. Segamisel kulub ta kõige intensiivsemalt, mistõttu ta valmistatakse tugevast ja kulumiskindlast materjalist.

Betooni kvaliteedile avaldavad suurt mõju trumli pöörle-

mise kiirus ja segamise kestus. Trumli ringkiirus pöörlemisel peab jääma piiridesse 0,5 - 2,4 m/s.

Pideva tööga betoonisegisteid iseloomustab põhiliselt valmissegu hulk trumlis (töömaht); tsüklilise tööga segisteid aga kuivade komponentide summaarne maht liitrites (litraaž), mis ühe segu tarvis trumlistesse antakse.

Komponentide tõhusaks läbisegamiseks tehakse trumli geomeetriline maht litraažist 2-3 korda suurem.

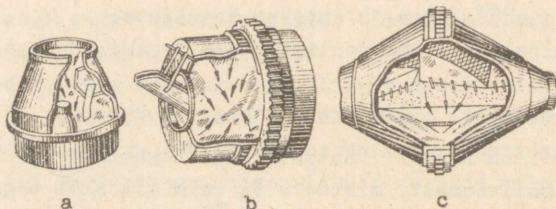
Tabelis 1 tuuakse tsükliliste vabasegamisega betoonisegistite kohta võrdlevad parameetrid, kusjuures aluseks võetakse litraaž ning valmissegu maht trumlist:

T a b e l 1

Parameetri nimetus	P a r a m e e t r i d					
Kuivkomponentide summaarne maht trumlis (litraaž)	100	150	250	500	1200	2400
Valmissegu hulk trumlis	65	100	165	330	800	1600

Nõukogude Liidus kasutatakse põhiliselt kolme liiki tsüklilisi vabasegamisega betoonisegisteid:

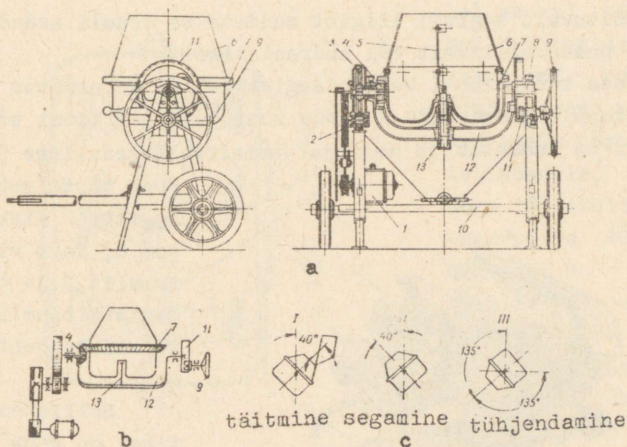
- 1) pirnikujulise kummutatava trumliga (joon. 1 a),
- 2) silindrikujulise horisontaalse trumliga (joon. 1 b) ja
- 3) kaksikkoonusekujulise kallutatava trumliga (joon. 1 c).



Joon. 1. Tsükliliste vabasegamisega betoonisegistite trumlid.

Pirnukujulise kummutatava trumliga betoonisegisteid val-

mistatakse litraažiga kuni 250 l ning nad on asetatud ratas-tele. Joonisel 2 on esitatud selline betoonisegisti litraaži-
ga 100 l.



Joon. 2. Pirnukujulise kummutatava trumliga betoonise-
gisti litraažiga 100 l: a - üldvaade; b - ki-
nemaatiline skeem; c - trumli erinevad asendid
betooni valmistamisel. 1 - elektrimootor; 2 -
kiilrihmülekanne; 3 ja 11 - hammasülekanne;
4 - kooniline vedav hammasratas; 5 - labad;
6 - trummel; 7 - hammasvöö; 8 - traaversitapid;
9 - juhtratas; 10 - tugipostid; 12 - traavers;
13 - püsttelg.

Trummel 6 pöörleb traaversile 12 kinnitatud püsttelje 13
ümber. Traavers toetub oma tappidega 8 tugipostidele 10 ning
teda võib horisontaaltelje ümber pöörata, kasutades juhtra-
tast 9 ning hammasülekanne 11. Trumli alumine osa on kooni-
lise hammasvööga 7 ühes tükis valatud, mis on alalises ham-
bumises koonilise vedava hammasrattaga 4. Trummel pannakse
pöörlema elektrimootoriga kiilrihma 2 ja hammasülekanne 3
kaudu. Betoonisegu tõhusaks läbisegamiseks on trumli sisesei-
na külge kinnitatud kõverjoonelised labad 5.

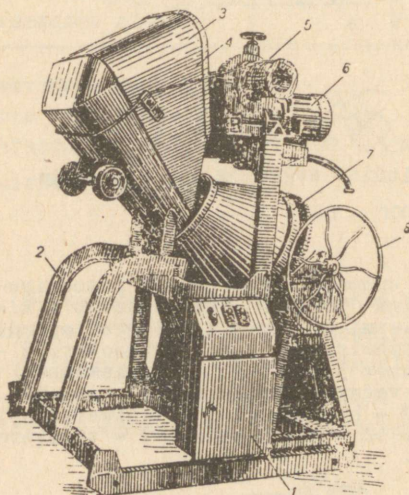
Betooni valmistamisel kallutatakse trummel täitmiseks vastavasse asendisse (asend I), segamisel on trummel kallutatud vastaspoolele (asend II) ning tühjendamisel pööratakse trumli põhi üles (asend III). Tööoperatsioonide kestel pöörleb trummel ümber oma püsttelje, kusjuures kummutatud asendis pöörlemine soodustab trumli tühjenemist.

Sõltuvalt segisti liigist muudetakse trumli asendit käsi, pneumaatiliselt või hüdrauliliselt.

Seda tüüpi 250-l betoonisegistitel on kopptõstuk (joon. 3), mille kopp 3 suundraudu 2 mööda kuni tugipunktideni tõstetakse, kus ta kummutub ja materjal täielikult trumliisse 7 valgub.

Kopa tõstmiseks on segistil elektrimootor 6, kaks vintsi-trumlit 5 ja tross 4. Segisti trumlit kallutatakse juhtratta 8 abil.

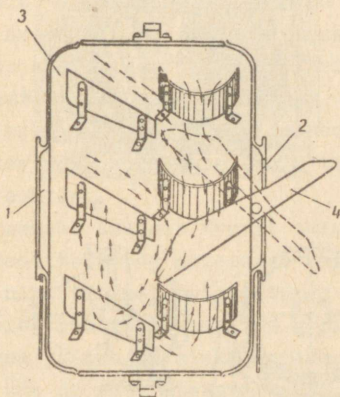
Sellistel segistitel on kopa tõstmiseks ja segamiseks individuaalmootorid, mida juhitakse juhtpuldilt 1.



Joon. 3. Pirnikujulise kummutatava trumli ja juhtpuldiga betoonisegisti (250 l); 1 - juhtpult; 2 - suundraud; 3 - kopp; 4 - tross; 5 - vintsi-trummel; 6 - elektrimootor; 7 - trummel; 8 - juht-ratas.

Silindrikujulise horisontaalse trumliga betoonisegisti

(joon. 4) tööorganiks on vastamisi asuvate täite- 1 ja tühjendusavaga 2 trummel. Trumli seina sisepoolele on kinnitatud kahte liiki labad. 3



Joon. 4. Silindrikujulise horisontaalse trumliga betoonisegisti: 1 - täiteava; 2 - tühjendusava; 3 - kaldlabad; 4 - tühjendusrenn.

nise segu tühjendusava kaudu välja pritsimast).

Tühjendusrenni asendit muudetakse väiksemate segistite korral käsitsi, suuremate puhul mehaaniliselt, automatiseeritud tehastes aga suruõhuga.

Trummel pannakse pöörlema hammasajami (trumli hammasvöö ja vedavate hammasrataste) abil (mõne välismaa tüübi korral ka tugirullide ja trumli tugivöö vahelise hõõrdejõu toimele).

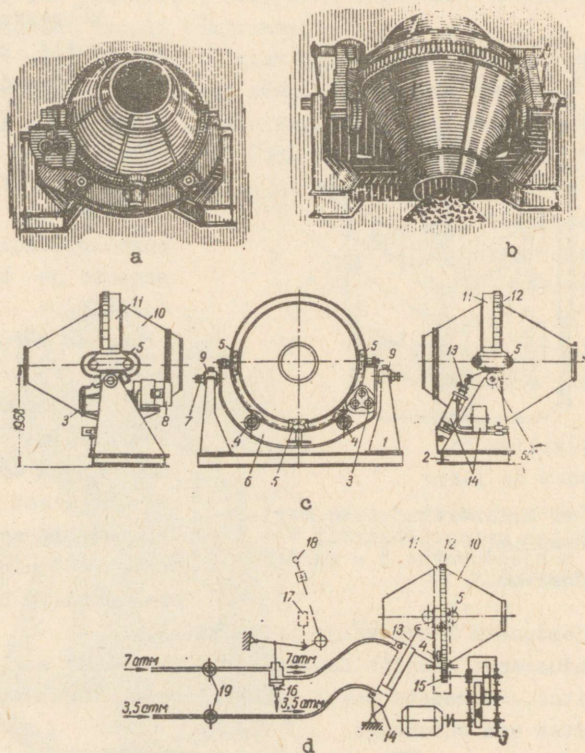
Lihtsa konstruktsiooni kõrval on eeltoodud segistitel ka tõsiseid puudusi: ebaühtlane segamine ning aeglane ja ebatäielik tühjenemine. Nende puuduste tõttu ongi silindrikujulise horisontaalse trumliga betoonisegistite tootmine lõpetatud.

Täiteava poolel asuvad kaldlabad 3 teisaldavad segamisel betooni tühjendusava poolel olevatele nõgusatele labadele, mis segu lõplikult läbi segavad ja tühjendusrenni 4 abil trumlist välja suunavad.

Tühjendusrenn pööratakse tühjendamise ajaks 45° horisontaalist alla poole ning segamise ajaks 45° ülespoole (võlbitakse betoo-

Kaksikoonuselise kallutatava trumliga betoonisegisti

(joon.5) trummel koosneb kahest tükikoonusest (lühike ja pikk),



Joon. 5. Kaksikoonuselise kallutatava trumliga betoonisegisti: a - 4500-l töömahuga - eestvaade; b - 2400-l töömahuga - tühjendus seisund; c - konstruktsiooni skeem; d - kinemaatiline skeem. 1 - tugipostid; 2 - raam; 3 - reduktor; 4 - tugirullid; 5 - klamberrullid; 6 - traavers; 7 - traaversi tapp; 8 - elektrinootor; 9 - laagrid; 10 - trummel; 11 - tugivöö; 12 - hammasvöö; 13 - kolvivar; 14 - pneumoõlekande silinder; 15 - vedav hammasratas; 16 - suruõhulüliti; 17 - elektromagnet; 18 - kaepide; 19 - v. ntil.

mille alused on omavahel liidetud tugivõlliga. Viimasele on pooles laiuses kinnitatud hammasvöö 12 trumli ringiajamiseks. Sileda tugivööga 11 toetub trummel tugirullidele 4, kolme paari klamberrullidega 5 antakse trumlile traaversil kindel asend. Trummel, tugi- ja klamberrullid on monteeritud traaversile 6, mis toetub oma tappidega 7 tugipostidel 1 asuvatele laagritele 9. Tugipostid toetuvad raamile 2.

Traaversi küljes olevale konsoolile on kinnitatud trumli pööramiseade, mis koosneb elektrimootorist 3, vedavast hammasrattast 15 ja hammasvööst 12.

Trummel täidetakse lühema koonuse otsaava kaudu ning tühjendatakse pikema koonuse kaudu trumli kallutamiselega 60° horisondi suhtes.

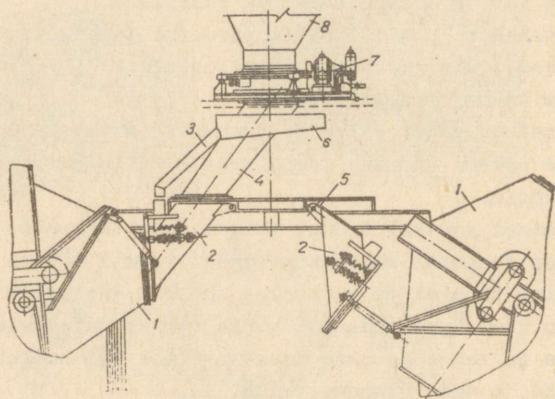
Segamisel asetseb trumli telg horisontaalselt.

Betoonitehastes suletakse sageli trumli lühema koonuse otsaava ning trummel paigutatakse suletud ava poole kaldu. Sel juhul võib trumlisse anda 10% võrra rohkem materjale. Trumlit täidetakse ja tühjendatakse pneumaatilise või hüdraulilise ajamisega ühe ja sama otsaava kaudu.

Pneumoülekande (joon. 5) silinder 14 on kinnitatud šarniirselt raamile 2 ning kolvivors 13 traaversile. Juhtides läbi ventiili 19 suruõhku (350 kN/m^2) silindri alumisse ossa, surutakse kolb koos varrega üles, mis viib traaversi koos trumliga kaldasendisse; trumli tagasipööramiseks algasendisse on vaja suruõhku (700 kN/m^2) juhtida silindri ülemisse ossa. Silindri ülemises osas peab rõhk olema kõrgem seepärast, et trumli tagasipööramisel on peale pööramise vaja energiat kulutada veel silindri alumisest osast amortisaatorina töötava suruõhu (350 kN/m^2) väljatõrjumiseks.

Suruõhk antakse silindrisse lüliti 16 kaudu, mis pannakse tööle käepideme 18 või kaugelt juhitava elektromagneti 17 abil. Lüliti alumisel seisul suundub suruõhk (700 kN/m^2) ülemisse ossa. Ülemisel seisul suletakse suruõhu juhe ning avatakse talle väljapääs silindri ülemisest osast, seejuures liigub kolb silindris alaliselt tegutseva suruõhu 350 kN/m^2 mõjul üles.

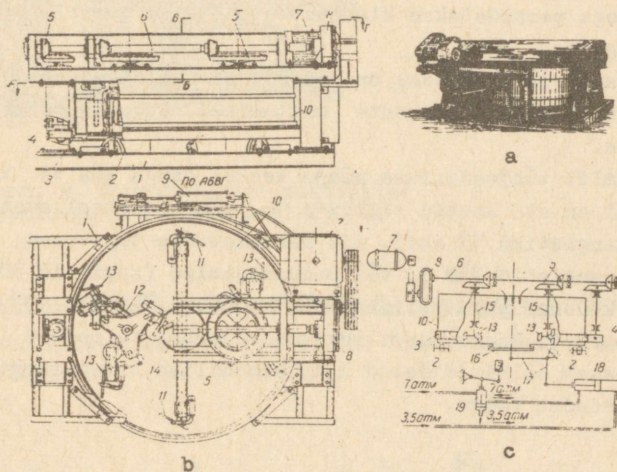
Tavaliselt täidetakse trummel punkrist lehtri kaudu. Ju-
 hul kui mitu trumlit täidetakse järjekorras ühest punkrist,
 paigutatakse viimane ringjoonel asuvate segistite keskele
 (joon. 6).



Joon. 6. Pööratava lehttriga laadimisseade: 1 - trummel;
 2 - rennid; 3 - toru; 4 - pööratav lehter; 5 - šarniir; 6 -
 anum; 7 - ajan; 8 - punker.

Materjalid antakse pööratava lehtri 4 ja renni 2 kaudu
 trumli 1. Samal ajal lastakse anumast toru 3 kaudu trum-
 lisse ka vesi. Pärast segamist kallutatakse trummel tühjenda-
 misasendisse, seejuures pöörleb renn 2 šarniiril 5 trumlist
 eemale. Pärast tühjendamist võtavad nii trummel kui ka renn
 lähteasendi uue annuse sisselaadimiseks. Segisti lehtrit pöo-
 ratakse punkri 8 külge kinnitatud ajamisega 7.

Tsükliliste sundsegamisega betoonisegistite üks tüüpe on
 esitatud joonisel 7. Selle trummel kujutab endast madalat
 püstsilindrit, mis toetub alusraamile 1 kinnitatud rullidele.
 Segamisel pöörleb trummel oma püsttelje ümber.



Joon. 7. Tsükliline sundsegamisega betoonisegisti 500 l (S-355): a - üldvaade; b - konstruktsioon; c... kinemaatiline skeem; 1 - alusraam; 2 - rullid; 3 - hammasvöö; 4 - hammasratas; 5 - koonilised hammasrattad; 6 - peavõll; 7 - elektrimootor; 8 - kiilrihmülekanne; 9 ja 18 pneumosilindrid; 10 - trummel; 11 - kraabid; 12 - ristak; 13 - labad; 14 - tühjendusava; 15 - püstvõllid; 16 - põhjasiiber; 17 - kangistik 19 - ümberlüüti.

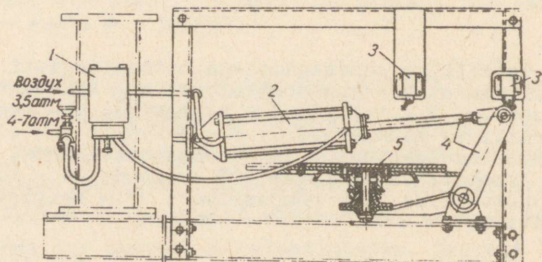
Materjalid antakse trumlisse ja segatakse püstvõllidele 15 kinnitatud labade 13 vastassuunalise pöörlemise teel. Selline segamine soodustab igasuguse jäikusega betoonisegude intensiivset ja ühtlast segunemist.

Jõuülekanne trumlile ja labadele toimub järgmiselt: elektrimootorilt kiilrihmülekande ja reduktori 8 kaudu horisontaalsele peavõllile 6, siit kooniliste hammasrataste 5 kaudu võllile 15 kinnitatud labadele 13 ning hammasratta 4 ja hammasvöö kaudu trumlile.

Kuus pöörlevat laba on kahe ristaku 12 külge kinnitatud nii, et labade kinnitusnurka võib reguleerida. Peale selle asuvad trumlis seisvate hoiderataste külge kinnitatud kraabid 11, millega eemaldatakse kleepuv betoonisegu trumli vertikaalselt seinalt.

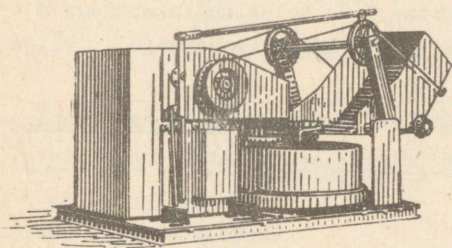
Labadel ja kraapidel on vedrud, mis väldivad nende murdumist segu suuremate osakeste sattumisel nende ja trumli seinavahemale.

Trumlit tühjendatakse põhja keskel asuva ava 14 kaudu. Segamisel on ava kaetud siibriga 16, tühjendamisel avatakse siiber kangistiku 17 abil, mis rakendatakse tegevusse kas käsitsi (segistid 250 l) või pneumoajamiga (segistid 500 l). Viimane koosneb pneumosilindrist 18, ümberlülitist 19 ja kompressorist. Pneumoajami tegevus selgub jooniselt 7 ja 8. See sarnaneb eelkirjeldatud kaksikoonilise betoonisegisti kallutusseadme tööga.



Joon. 8. Pneumoajamiga töötav tühjendusseade: 1 - suruõhu ümberlülititi; 2 - pneumosilinder; 3 - lõpplülitid; 4 - kangistik; 5 - tühjendussiiber.

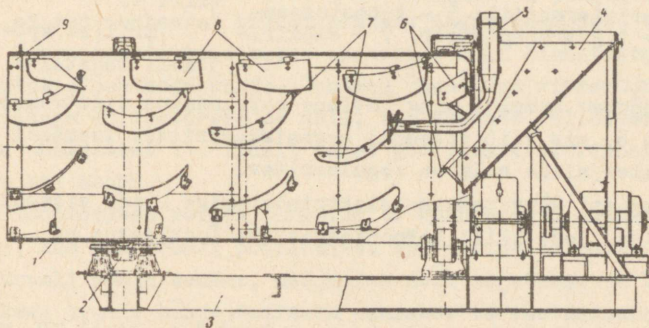
Trummel täidetakse kas renni kaudu punkrist või kopptõstuki (joon. 9) abil.



Mõned vähema litraažiga välismaa sundsegistid tühjendatakse trumli kummutamise teel.

Joon. 9. Kopptõstukiga tsükliline sundsegamisega betoonisegisti 250 l.

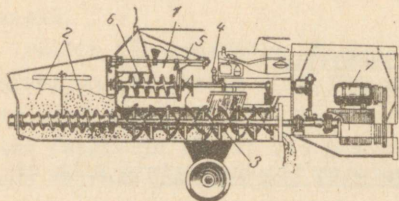
Pideva toimega vabasegamisega betoonisegisti pikk si-
lindrikujuline trummel 1 (joon. 10) toetub raamil 3 asuvate-
le rullidele 2.



Joon. 10. Pideva toimega vabasegamisega betoonisegisti trummel: 1 - trummel; 2 - rullid; 3 - raam; 4 - kaldrenn; 5 - veetoru; 6 - suundlabad; 7 - segamislabad; 8 - teisaldamislabad; 9 - tühjendusava.

Pidevalt valguvad materjalid dosaatoritest kaldrenni 4 kaudu ning vesi toru 5 kaudu trumlisse. Trumli alguses asuvad väiksemad tugevasti kaldu asetatud suundlabad 6, mis paiskavad materjali trumli sisemusse, kus komponendid trumli seina siseküljele kinnitatud segamis- 7 ja teisaldamislabadega 8 läbi segatakse ning tühjendusava 9 kaudu valmissegu välja suunatakse.

Joonisel 11 on esitatud üks välismaal kasutatav omapärase konstruktsiooniga pideva toimega teisaldatav sundsegisti.



Joon. 11. Pideva toimega teisaldatav sundsegisti: 1 - tsement; 2 - täitematerjal; 3 - segamiskamber; 4 - reguleerimisventiil; 5 - kobestusseade; 6 - tigutransportöör; 7 - elektrimootor.

Tsement 1 ja täitematerjalid läbi-
vad ühtlase vooluna
segamiskambri 3, kus-
juures 2/3 kambri pik-
kusel segatakse kompo-
nente kuivalt ning
ülejääänud kolmandikul
koos veega, mida an-
takse nõutaval hulgal
läbi reguleerimisven-
tiili 4.

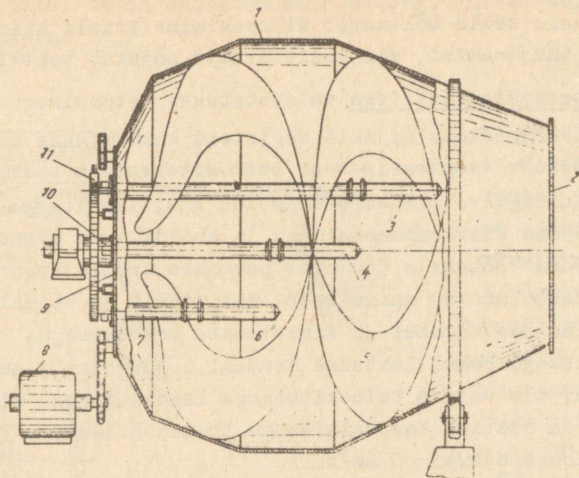
Erilise kobestaja
5 abil tagatakse tse-

mendi nõutav kobesus ning ühtlane etteandmine tigutranspor-
töörile 6, mis viib tsemendi segamiskambrisse. Tsemendi ja ka
täitematerjalide hulk on reguleeritav.

Segisti käivitatakse elektrimootoriga 7 või sisepõlemis-
mootoriga. Seda liiki betoonisegistite tootlikkus on kuni
50 m³/h.

Betooni vibrosegisti skeem on toodud joonisel 12. Ta ku-
jutab endast tahapoole kaldu asetatud pirnikujulist trumlit,
mille seina siseküljele on kinnitatud kaks spiraallaba 5.
Täidetakse ja tühjendatakse ühe ja sama otsaava 2 kaudu.

Trumli põhja 9 küljes on vibraatorite kinnitustorud 7,
mis asetsevad ringjoonel võrdsetel kaugustel üksteisest.



Joon. 12. Betooni vibrosegisti skeem: 1 - trummel; 2 - otsaava; 3 - 4 ja 6 - elektrivibraatorid; 5 - spiraallaba; 7 - vibraatorite kinnitustorud; 8 - elektrimootor; 9 - trumli põhi; 10 - kollektorringas; 11 - kollektorhari.

Kinnitustorudesse on paigutatud elektrivibraatorid 3, 4 ja 6 nii, et nad asetsevad trumli põhjast 9 eri kaugustel (vt. joon. 12). Vibraatoreid toidetakse elektrivooluga kinnitustorudesse paigutatud juhtmete kaudu. Juhtmed ühendavad vibraatoreid vooluallikaga kollektorseadme abil, mis koosneb kollektorringast 10 ja -harjadest 11. Trumli paneb pöörlema elektrimootor 8 kettajami kaudu.

Tööprotsess kulgeb järgmiselt: komponendid antakse trumli lisse, kus nad trumli pöörlemisel spiraallabade toimel liiguvad trumli põhja suunas, misjuures neid segatakse ja vibreeritakse; trumli tühjendamiseks pannakse ta vastassuunas pöörlema, mille tagajärjel valmissegu trumli kaldseina mööda spiraallabade üles ja otsaavast välja tõstetakse.

Vibromenetlus tagab ühtlase ja tiheda, ilma õhumullideta segu, sest väiksemad liiva- ja tsemendiosakesed, täites suuremate osakeste vahelised poorid, vabastavad segu õhumul-

lidest. Peale selle hõlbustab vibreerimine trumli kiiret ja täielikku tühjenemist, mis positiivselt mõjutab tootlikkust.

Autobetonisegistitega valmistatakse betoonisegu sõidu ajal betoneerimiskohale; neid segisteid kasutatakse ka valmis-segu vedamiseks tsentraalsetest **betoonitehastest** töökohale.

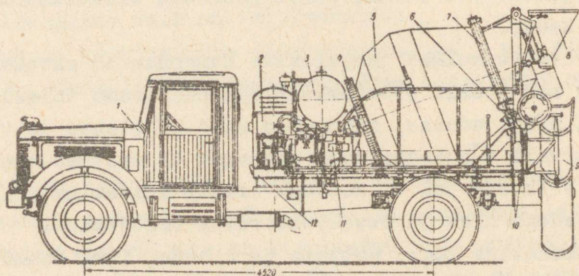
Betoonisegu valmistamiseks sõidu ajal laaditakse segisti betoonitehases kuivkomponentidega ja eraldi anum veega. 5-7 min. enne töökohale jõudmist pannakse trummel pöörlema ning lisatakse nõutav annus vett. Sel viisil on võimalik töökohale toimetada värsket ja kihistumata betoonisegu.

Valmissegu puhul lastakse trumlil sõidu ajal aeglaselt ringi käia, mis väldib betoonitehases laaditud segu kihistumist. Nii on otstarbekas valmissegu transportida 10-12 km kaugusele kiirusega kuni 30 km/h.

NSV Liidus on kahte tüüpi autobetonisegisteid: S-224, mis on monteeritud autošassiile JAZ-200 ning mille trumli kasulik maht on $2,4 \text{ m}^3$ (geomeetriline maht $3,8 \text{ m}^3$), ja S-306 autošassiil ZIL-150 kasuliku mahuga $1,6 \text{ m}^3$ (geomeetriline maht $3,1 \text{ m}^3$).

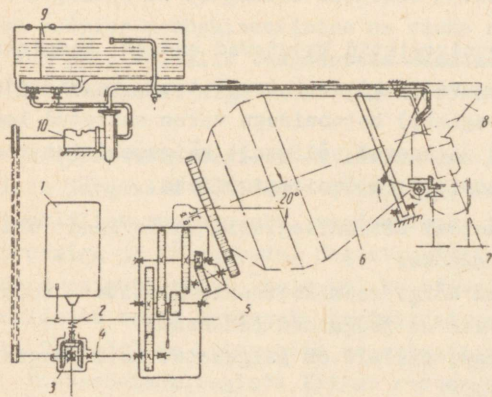
Mõlema betoonisegisti konstruktsioon on põhiliselt sama, välja arvatud ülekanne, millel S-224 puhul on iseseisev mootor, kuna segisti S-306 ülekanne töötab automootori jõul jõuvõtukasti kaudu.

Joonisel 13 on näidatud autobetonisegisti S-224 üldvaade, millest selgub segisti konstruktsioon ühes põhiliste osadega.



Joon. 13. Autobetonisegisti S-224: 1 - auto JAZ-200; 2 - mootor; 3 - doseerimis-pesemispaak; 4 - trumli hammasvöö; 5 - trummel; 6 - tugirull; 7 - tugivöö; 8 - täitelehter; 9 - tühjendusrenn; 10 - dubleerivad juhtkangid; 11 - reduktor; 2 - raam.

Joonisel 14 on esitatud sama autobetonisegisti kinemaatiline skeem.



Joon. 14. Autobetonisegisti S-224 kinemaatiline skeem: 1 - mootor; 2 - elastne sidur; 3 - reversiivseade; 4 - võll; 5 - kooniliste hammasrataste paar; 6 - trummel; 7 - tühjendusrenn; 8 - taitelehter; 9 - veepaak; 10 - tsentrifugaalpump.

nii trumli täitmine kui ka tühjendamine) on kaetud äravõetava kaanega. Trumli seina sisepoolele on kinnitatud spiraallabad. Kuivad komponendid suunatakse trumlisse, kus nad trumli pöörlemisel põhja suunas segamistsooni teisaldatakse.

Tühjendamiseks pannakse trummel vastupidi pöörlema, mistõttu valmissegu tõuseb ülespoole ning suunatakse renni kaudu välja.

Pärast trumli tühjendamist loputatakse teda veega, milleks lastakse tal pisut pöörelda.

Segisti tööd võib juhtida nii auto kabinist kui ka tühjendusseadme 7 juurest (kus asuvad dubleerivad juhtkangid).

Veepaak 9 on jaotatud vaheseinaga kaheks: suurem osa on mõeldud vee doseerimiseks betoonisegusse, väiksem aga trumli loputamiseks.

Mootorilt 1 antakse pöörlemine edasi trumli-
le 6 järgmiselt:
mootor 1, elast-
ne sidur 2, re-
versiivseade 3,
kardaanvõll 4,
kooniliste hammas-
rataste paar 5
ja hammasvõõ,
Tsentrifugaalpum-
bale 10 kantakse
pöörlemine üle
reversiivseadmelt
3 kettülekande
kaudu.

Trummel asub
raamil 20° nurga
all, horisondi suhtes.
Otsaava (mil-
le kaudu toimub

Trumli kasulik maht (litraaž) ei või olla üle 60% tema geomeetrisest mahust, kui trummel täidetakse kuivade materjalidega, ning mitte üle 80% valmissegu veol.

Teedeehituse betoonisegistid kujutavad endast kompleks-seid seadmeid, mis liiguvad piki ehitatavat teed, valmistades ning laotades (roomiksegisti) betoonisegu varem ehitatud teealusele. Need segistid jagunevad sõltuvalt käiguseadmest roomik-, roobas- ja õhukummidel betoonisegistiteks.

Roomik- ja õhukummidel betoonisegistid on levinud USA-s ja ka mõnedes Euroopa maades.

Põhimõtteliselt on kõigi roomikbetoonisegistite konstruktsioon ühesugune. Neil on järgmised põhiosad:

- 1) roomikud ühes raamiga, millele on paigutatud kõik segisti tööosad ja mehhanismid;
- 2) täitekopp ühes abikraanaga, mida kasutatakse vajaduse korral täiteköpa laadimiseks;
- 3) segisti (kaksikkoonuselise, kahe- või kolmekambriline) koos tühjendusrenniga;
- 4) tühjendusseade, mis koosneb tühjenduskopast, juhtmehhanismiga noolest, millega pööratakse noolt vertikaalses tasapinnas, ning köpa teisaldamise mehhanismist piki noolt.

Noole pööramine horisontaaltasapinnas võimaldab betooni maha laadida vajalikus punktis tee alusele, noole pööramisega vertikaaltasapinnas on aga võimalik betooni maha laadida ka segisti seisutasapinnast kõrgemale ning tõsta köpa üle eesolevate takistuste. Tühjenduskopp kujutab endast pealt lahustist lehtterasest automaatselt avaneva põhjaga kasti. Köpa ülemises osas on rattad köpa teisaldamiseks piki noolt, kuna alumises asub eriseade betooni pealispinna tasandamiseks;

- 5) veedosaator, mis koosneb doseerimisanumast, varuanumast, pumbast (pumpab vett varuanumast doseerimisanumasse), klappide süsteemist ja torudest;
- 6) üks ühine mootor (tavaliselt diiselmootor) 37...74 kW;
- 7) automatiseerimisseadmed, millega kooskõlastatakse üksikute mehhanismide omavahelist tööd.

Segisti toetub kahele paljutoelisele roomikule. Segistit juhivad kaks töölist: üks reguleerib kopa ja noole tööd, teine ülejäänud operatsioone.

Segistil on järgmised olulised puudused: materjali trumliisse andmise mehhaniseerimine on raske ning tööfront on väike, kui pole võimalik teepeenraid kasutada; teealusel töötades see rikutakse ning tuleb enne betoonisegu laotamist parandada.

Roobasbetoonisegisti on levinud paljudes Euroopa maades. Neil on järgmised põhiosad: täitekopp, kahevõlliline labadega tsükliline sundsegisti, veedosaator, tühjendusrenn, raam platvormiga ja käiguseade. Segisti konstruktsioon lubab täitekoppa paigutada nii ühele kui ka teisele poole segistit, võimaldades seega materjale segistisse anda mõlemalt teepeenralt. Segistil on automaatne segamisaja regulaator.

Roobasbetoonisegisti liigub roobasvormidel ning ta töötab alati koos samadel roobastel liikuva betoonilaotiga.

Roobassegisti mehhanisme ja käiguseadet käivitab üks sisepõlemismootor (ca 37 kW).

Ühe tsükli vältus on 2,5 - 3,0 min.

Segistit juhivad kaks isikut: mehaanik jälgib mootori, kõigi ajamite ja mehhanismide tööd, kuna operaator juhib segisti põhilisi operatsioone.

Roobasbetoonisegistite suuremate puudustena märgitakse konstruktsiooni kohmakust ning roobasvormide vajalikkust.

Betoonisegistite tootlikkus sõltub trumli mahust, tsükli kestusest ning aja kasutamise koefitsiendist.

Tsükli kestus omakorda sõltub eelkõige segamise kestusest, see aga trumli mahust, betooni liigist (raske või kerge betoon) ja aastaajast. Tehniliste eeskirjade järgi on tavaliste plastsete betoonisegude segamise kestus 60 - 150 s, jäikade ning kergete betoonisegude puhul 240 s, kusjuures talvel on segamise kestus 50% võrra pikem kui suvel.

Perspektiivsete betoonisegistite põhilised parameetrid
esitatakse tabelis 2.

T a b e l 2

Tootlik- kus m ³ /h	Valmis- segu maht l	Segisti liik	Segamise viis	Mootori võimsus kW	Mass kg
1	2	3	4	5	6
<u>Pideva toimega</u>					
5	-	mittestatsio- naarne	sundsegamine	4	600
15	-	statsionaarne	"	8	1000
30	-	"	sund- või vabasegamine	17	3000
60	-	"	vabasegamine	40	5500
120	-	"	"	40	6500
<u>Tsüklilise toimega</u>					
	65	mittestatsio- naarne	vabasegamine	1	250
	100	"	sundsegamine	8	1500
	165	"	"	10	2500
	165	"	vabasegamine	7	1900
	330	statsionaar- ne	sundsegamine	10	2700
	330	"	vabasegamine	5	1400
	660	"	sundsegamine	17	4500
	800	"	vabasegamine	13	3500
	1600	"	"	22	6800

Tsükliliste betoonisegistite tootlikkust võib arvutada järgmise valemiga:

$$P = \frac{3600 q K_s K_a}{1000 (t_1 + t_2 + t_3 + t_4)} \text{ m}^3/\text{h},$$

kus q - segisti litraaž, s.o. kuivkomponentide summaarne maht liitrites:

$q = q_k + q_e + q_{ts}$, kus q_k , q_e , q_{ts} - trumliste doseeritud killustiku, liiva ja tsemendi summaarne maht l:

K_s - saagikoefitsient, s.o. suhe valmissegu mahu ja litraaži vahel ($K_s = 0,67 - 0,72$);

K_a - aja kasutamise koefitsient ($K_a = 0,85 - 0,95$);

t_1 - trumli täitmise kestus $t_1 = 10 - 20$ s ;

t_2 - segamise kestus - antakse tehnilistes eeskirjades;

t_3 - trumli tühjendamise kestus $t_3 = 10 - 15$ s kummutatava ja kallutatava trumli puhul ning $t_3 = 15 - 20$ s horisontaalse trumli puhul;

t_4 - trumli lähteasendisse laskmise kestus s;

Tootlikkus vahetuses $P_{\text{vah.}}$:

$$P_{\text{vah.}} = P \cdot T \cdot K_a \text{ m}^3/\text{vah.},$$

kus T - vahetuse kestus tundides;

K_a - aja kasutamise koefitsient ($K_a = 0,85 - 0,95$).

Tootlikkus aastas P_a :

$$P_a = P_{\text{vah.}} \cdot N \cdot K_{\text{aasta}} \text{ m}^3/\text{aastas},$$

kus N - töövahetusi aastas, mis võetakse normatiividest või arvutatakse konkreetseid tingimusi silmas pidades;

K_{aasta} - aja kasutamise koefitsient aasta lõikes

$$(K_{\text{aasta}} = 0,80 - 0,90).$$

Arvesse võttes ülaltoodud valemid, võib välja arvutada segistite tootlikkuse ja arvu, mis on vajalik antud koguse betooni valmistamiseks aasta jooksul.

Pideva toimega segistite tootlikkus arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$P = 60 \cdot n \cdot F \cdot S \cdot \psi \cdot K_s \text{ m}^3/\text{h},$$

kus n - trumli pöörete arv minutis;

F - materjali voolu ristlõike trumlis m^2 ;

$$F = \frac{\pi D^2}{4} \psi,$$

kus D - trumli siseläbimõõt m ;

ψ - trumli ristlõike täitekoefitsient ($\psi = 0,25 - 0,3$);

S - labade samm m ;

ψ - koefitsient, mis arvestab materjalide ja kõverjooneliste labade vahelise haardetakistuse pidurdavat mõju ($\psi = 0,5$).

Autobetoonisegisti tootlikkuse valemis tuleb arvesse võtta teekonna läbimiseks ja trumli loputamiseks kuluv aeg.

Et suuremal osal betoonisegistidel on tööorganiks pöörlev trummel, antakse järgnevas pöörleva trumliga segistite mootori võimsuse arvutus. Mootori võimsust kasutatakse 1) trumli pöörlemisel tekkivate hõõrdejõudude ületamiseks ning 2) trumlis asuvate komponentide tõstmiseks.

Joonisel 15 on antud selgitav skeem pöörleva trumliga betoonisegistite mootori võimsuse arvutamiseks.

Trumlis asuva betoonisegu mass arvutatakse valemiga

$$G_2 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot \psi \cdot \rho_s \text{ kg},$$

kus ψ - trumli täitekoefitsient ($\psi = 0,3$);

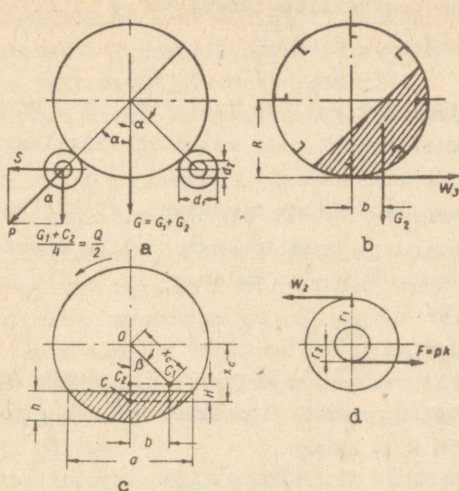
ρ_s - segu mahumass kg/m^3 .

Survejõud ühele bandaažile

$$Q = \frac{10(G_1 + G_2)}{2} \text{ N}$$

ning ühele tugirullile

$$\frac{Q}{2} = \frac{10(G_1 + G_2)}{4} \text{ N},$$



Joon. 15. Skeem pöörleva trumliga betoonisegisti mootori arvutamiseks:

- G_1 - trumli mass kg, mis võrdub trumli seina ja segamislabade kahe bandaaži ja hammasvöö masside summaga;
- G_2 - trumli asuva betoonisegu mass kg;
- r_1 - tugirulli raadius m;
- r_2 - tugirulli tapi raadius m;
- R, L - trumli raadius ja pikkus m;
- α - nurk vertikaali ja tugirulli tsentrit läbiva raadiuse vahel.

Ühele tugirullile mõjuv normaaljõud

$$P = \frac{Q}{2 \cos \alpha} = \frac{2,5(G_1 + G_2)}{\cos \alpha} \text{ N.}$$

Trumli pöörlemisel tekivad takistused:

a) bandaaži veeremisest tugirullidel:

$$W_1 = 0,04 \frac{P k}{r_1} \text{ N,}$$

kus k - terase veeretakistuse koefitsient $k = 0,002 - 0,005$.

b) hõõrdest tugirullide laagrites:

$$W_2 = 4H \frac{r_2}{r_1} = 4 Pf \frac{r_2}{r_1} N,$$

kus H - hõõrdejõud tugirullide laagrites, $H = Pf N$;

f - hõõrdekoefitsient, mis määratud liugelaagrite puhul on 0,1.

W_3 arvutamisel lähtutakse oletusest, et tõstetakse ainult labadega, ilma segu ja trumliseina vahelise hõõrdeta. Seega tasakaalu tingimus väljendub valemiga

$$W_3 R = 10 G_2 b,$$

kus b - materjali raskusjõu mõjumise õlg segamisprotsessis.

Oletades, et materjal paikneb 45° all, võib võtta

$b = 0,56 R$ ja seega

$$W_3 = \frac{10 G_2 \cdot 0,56 R}{R} = 5,6 G_2 N.$$

Mootori võimsus saadakse valemist

$$N = \frac{(W_1 + W_2 + W_3) v}{1000 \eta} \text{ kW},$$

kus v - trumli joonkiirus, $v = \frac{\pi D n}{60}$ m/s;

η - ülekande kasutegur.

Takistused W_1 ja W_2 on tavaliselt võrdlemisi väikesed ning esialgsel arvutamisel võib mootori võimsust määrata ainult takistuse W_3 alusel, korrutades seda koefitsiendiga 1,05 - 1,10.

2. D o s a a t o r i d

=====

Et saada nõuetele vastavat betooni, mõõdetakse betooni komponente antud vahekorras, s.o. doseeritakse. Doseerimise täpsusest sõltub betooni kvaliteet ning materjalide tarvitamise ökonoomsus. Tsemendi ja vee doseerimise täpsus peab olema $\pm 1\%$, täitematerjalidel (liiv, kruus, killustik) $\pm 2\%$.

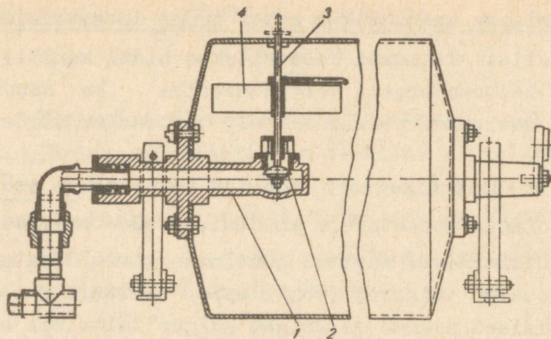
Doseerimiseks kasutatakse kahte tüüpi dosaatoreid - mahulisi ja kaalulisi. Tsementi doseeritakse alati kaaluliselt, kuna vett ja täitematerjale võib doseerida ka mahuliselt, kontrollides seejuures perioodiliselt täitematerjalide mahukaalu.

Sõltuvalt betoonisegisti tüübist kasutatakse tsüklilise või pideva toimega dosaatoreid käsitsi, poolautomaatse või automaatse juhtimisega. Käsitsi juhtimise korral avatakse ja suletakse vastavad sulgurid (või klapid) käsitsi. Poolautomaatsel juhtimisel avaneb ja sulgub sulgur täitmisel automaatselt, kuna tühjendamisel reguleeritakse sulguri tööd käsitsi. Automaatselt töötavate dosaatorite tööd reguleeritakse automaatselt kaugjuhtimise teel. Automaatne juhtimisviis on täpne, kiire ja hõlpus.

Mahulise doseerimisega seadmed on võrdlemisi lihtsad, kuid nende doseerimise täpsus on kaaluliste dosaatorite täpsusest palju väiksem. Seda sellepärast, et mõnede materjalide maht sõltub materjali seisukorrast ja omadustest. Nii sõltub tsemendi tihedus sissepuistamise kõrgusest ning mõõteanuma täitmise intensiivsusest ning võib kõikuda kuni 50% piirides; liiva mahu suurenemist üle 30% põhjustab liiva niiskuse suurenemine 0 kuni 5%. Mahulist doseerimist kasutatakse seepärast väikeste koguste betoonisegude valmistamisel, mille kvaliteedile ei esitata eriti suuri nõudeid.

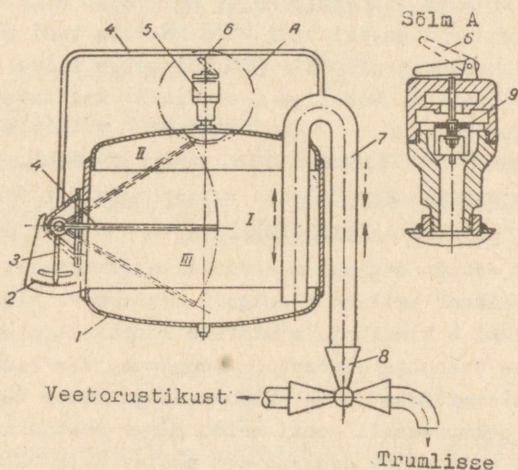
Vee doseerimisel kasutatakse rohkem mahulisi dosaatoreid. Üks lihtsamaid mahulisi veedosaatoreid on esitatud joonisel 16 ja kujutab endast segistile asetatud silindrilist anumad.

Anumas paikneb eriline klappiga 2 veetoru 1. Klapi varrel 3 võib ujuki 4 kinnitada nõutavale kõrgusele ning sellega reguleerida veehulga sissevoolu anumasse. Vee laskmist segistisse reguleeritakse anuma kallutamiseega ümber tema horisontaaltelje sektorskaala osuti näidu järgi seatud nurga all. Kallutusnurga all voolab dosaatorist nõutav hulk vett segistisse.



Joon. 16. Kallutatav mahuline vedosaator; 1 - toru; 2 - sisselaskeklapp; 3 - klapi vars; 4 - ujuk.

Segistitel, mille trumli töömaht on 250 kuni 1200 l, esineb sagedamini joonisel 16 näidatud mahuline vedosaator.



Joon. 17. Sifooni põhimõttel töötav mahuline vedosaator: 1 - mõõteanum; 2 - skaala; 3 ja 6 - osutid; 4 - doseeriv toru; 5 - õhuklapp; 7 - sifoontoru; 8 - kolmikkraan; 9 - klapi sulgur.

Nimetatud dosaatori peaosaks on mõõteanum 1, mis täidetakse veega kolmikkraani 8 kaudu. Mõõteanuma täissaamisel surutakse õhk klapi 5 kaudu täielikult välja ning klapi sulgur 9 tõuseb oma pesast, sulgedes vee väljapääsu õhuavast ning ühtlasi katkestades vee sissevoolu mõõteanumasse. Õhuklapi peal asuva osuti 6 üleskerkimine fikseerib mõõteanuma täitumist.

Kraani 8 ümberlüümisega mõõteanuma tühjendamiseks hakkab vesi sifoontoru 7 kaudu segisti trumlisse voolama, seejuures õhuklapi sulgur 9 vajub alla ja **vabastab õhuvoolule tee mõõteanumasse.**

Vee väljavool kestab seni, kuni veetase vajub doseeriva toru 4 otsaavani, kust õhk pääseb doseeriva toru kaudu sifoontorusse 7 ning katkestab sifooni tegevuse ja vee väljavoolu anumast.

Kangiga osutit 3 pöörates võib doseeriva toru 4 lahtise otsa mõõteanumas asetada ükskõik millisele kõrgusele ning sellega reguleerida anumast väljavoolavat veehulka, mille suurust näitab osuti 3 skaalal 2.

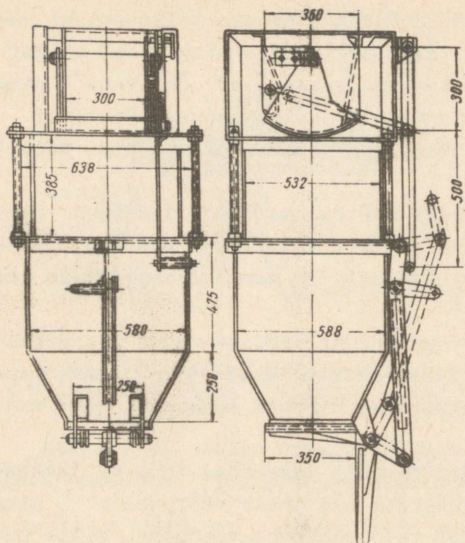
Kirjeldatud liiki veedosaatoreid valmistatakse mahuga 40 kuni 200 l.

Joonisel 18 on esitatud mahuline dosaator täitematerjalide mõõtmiseks, mida kasutatakse 425-1 betoonisegistite juures.

Dosaatori mõõteanum koosneb kahest teleskoopilisest osast, mis omavahel on ühendatud nelja reguleeriva poldiga. Mõõteanuma mahtu võib muuta tema alumise osa nihutamiseega ülemise suhtes. Anuma mahtu liitrites näitab osuti anumale tehtud skaalal. Dosaatoril on üleval sektorsulgur ning all lamesulgur. Sulgurite tööd reguleeritakse vastavate juhtkangidega.

Kaalulised dosaatorid on tsüklilise ja pideva toimega. Tsüklilised kaalulised dosaatorid koosnevad järgmistest põhiosadest: mõõtepunkrist ehk anumast, täiteseadmest, tühjendusseadmest, kaalumehhanismist; sulgurite, kaalumehhanismi ja automaatliinide juhtaparatuurist.

Kaaluliste dosaatorite töö kulgeb põhiliselt järgmiselt: kui avada mõõteanuma ülemises osas asuv täitesulgur, hakkab



Joon. 18. Mahuline täitematerjalide dosaator.

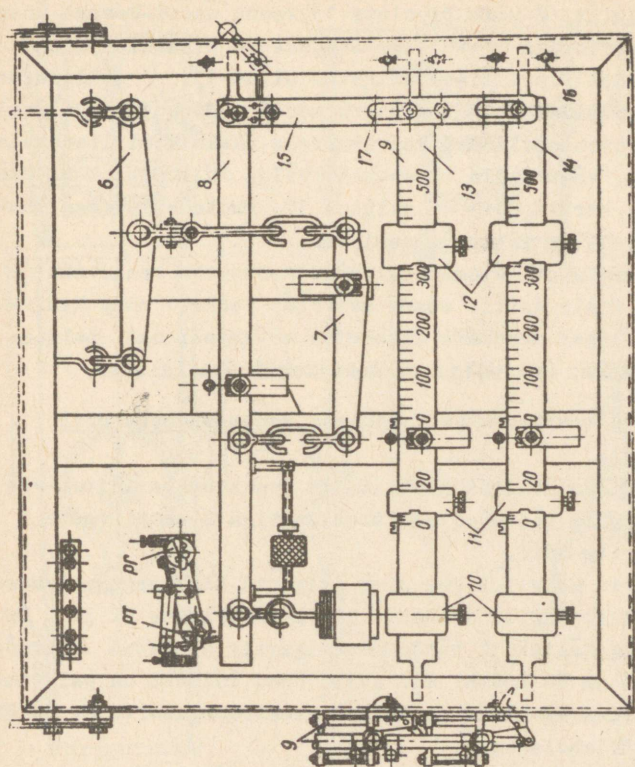
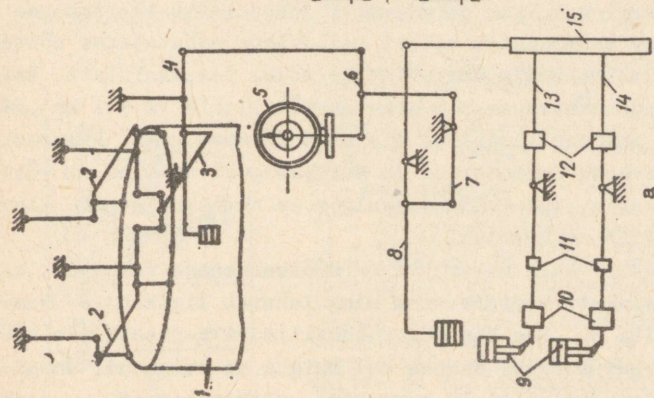
materjal dosaatori peal olevast punkrist mõõteanumasse voolama. Mõõteanuma ja temas asuva materjali raskust tasakaalustavad kaaluvihid, mida võib vastavatel mõõtelattidel asetada soovitud jaotusele, s.o. soovitud kaalule. Kui tasakaal on saavutatud, mida näitab osuti numbrilaual, suletakse täitesulgur ning avatakse mõõteanuma alumises osas asuv tühjendus-sulgur, mille kau-

du materjal lastakse segisti trumlisse.

Automaatdosaatorite tööd juhitakse juhtpuldilt. Et vältida operaatori võimalikke eksimusi, kasutatakse automatjuhtimise juures blokeerimist. Näiteks ei saa tühjendussiibrit enne kaalumise lõpetamist avada jne.

Suur osa ajakohaseid kaalulisi dosaatoreid on konstrueeritud joonisel 19 näidatud skeemi alusel, mis võimaldab kaalumist hästi automatiseerida.

Selle skeemi kohaselt mõõteanumasse 1 puistatav materjal tasakaalustatakse skaalalattidel 13 ja 14 asuvate vihtidega 11 ja 12. Mõõteanuma kogu raskus, mis mõjustab esmalt peakange 2, antakse ülekandekangidega 3, 4 ja 6 edasi numbrilaua 5 osutile ning ülekandekangi 7 kaudu kaalukapi tasakaalulatile 8. Seejuures väheneb kaalutava raskuse mõju tasakaalulatile 8 järkjärgult, vastavalt ülekandekangistiku õlgade vahekorrale.



b

Joon. 19. Automaatse kaalulise dosaatori kaalumismehhanismi skeem:
 a - skeem; b - kaalukapi konstruktsioon; PT - täpse kaalumise elavhõbelüliti; P6 - ligi-
 kaudse kaalumise elavhõbelüliti; 1 - mootor; 2 - peakangid; 3, 4 ja 6, 7 - ülekan-
 kangid; 5 - numbrilaud; 8 - tasakaalulatt; 9 - seisati (arretäär); 10 ja 12 - põhivihid;
 11 - abivihid; 13 ja 14 - skaalalattid; 15 - ripplatt; 16 - sõrm; 17 - pilu.

Tasakaalulati 8 võib ripplati 15 kaudu soovi korral ühendada kas skaalalattiga 13 või 14. Selleks on skaalalattidega ristumiskohtadel ripplatisse lõigatud pilud 15, milledesse käivad kaalulattidele kinnitatud sõrmed 16. Surudes seisati (arretiiir) 9 pneumosilindri kolvivarrega ükskõik millise skaalalati otsale, võib selle tegevusest välja lülitada, kuna surve tagajärjel kerkib sõrm 16 pilusse 17, kaotades sideme kaaluvihtide 11, 12 ja kaalusüsteemi vahel.

Mitme skaalalati olemasolul võib vastavate kaaluvihtide nihutamisega igale latile seada soovitud raskuse ning kaalusid töö ajal ümber seadmata doseerida materjali nii paljude eri segude jaoks, kui palju on dosaatoril skaalalatte.

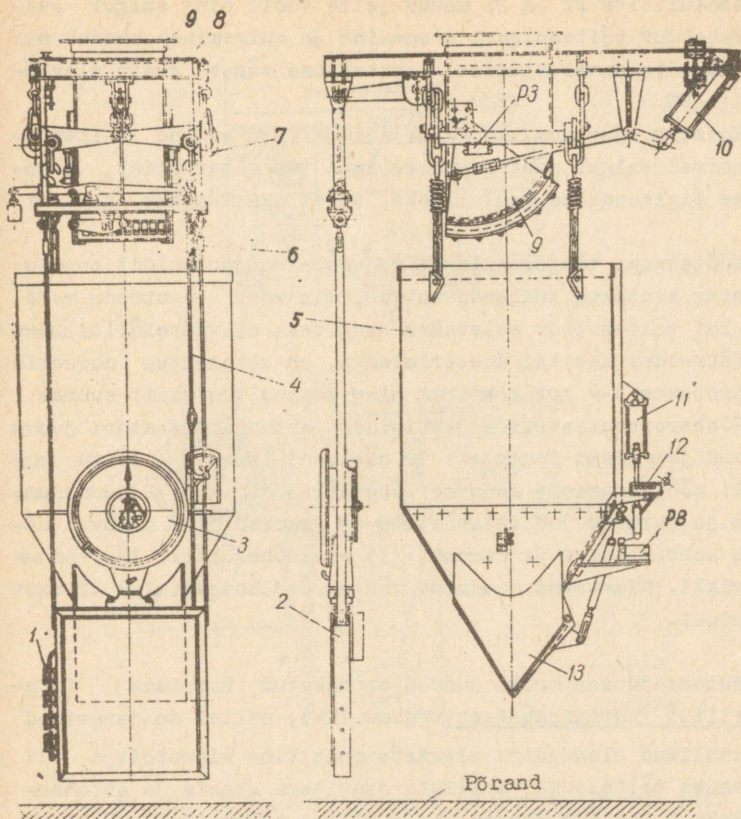
Järgnevas käsitletakse kaalulist automaatdosaatorit (joon. 20).

Elektropneumaatilise juhtimisega dosaatorite täite- ja tühjendussulgurid töötavad elektromagnetiga reversiivsete pneumosilindrite abil.

Dosaatorid käivitatakse ning sulgurid blokeeritakse kaaluklapi tasakaalulatile asetatud elavhõbelülitite PT ja PG (joon.20) ning täite- ja tühjendussulgurile asetatud elavhõbelülitite PZ ja PB (joon. 20) abil. Need lülitid on paigutatud pneumosilindrite tööd juhtivate elektromagnetite EZ ja EE poolide elektriahelasse.

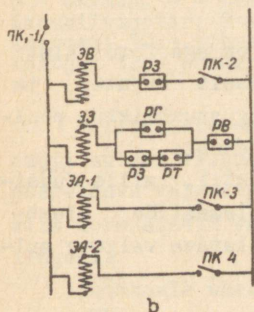
Doseerimine kulgeb järgmiselt: juhtpuldilt lülitatakse sisse vastav skaalalatt, millel kaaluvihte nihutatakse nõutavale materjaliannusele. Kaaluvihtide mõjul tasakaalulatt kaldub ning annab ühenduse nii elavhõbelülititele PT kui ka PG ja impulsi pneumosilindrile, mis avab täitesulguri. Pneumosilindri tegevusse rakendamine ja täitesulguri avamine on võimalik vaid siis, kui tühjendussulgur on suletud ja ta elavhõbelülitis PB on ühendus.

Kui teatav hulk materjali on mõõteanumasse valgunud, kaldub tasakaalulatt vastassuunas ning lahutab ligikaudse kaalumise lüliti PG. See paneb suruõhusilindri vastassuunas tööle ning sulgur sulgub. Niipea kui sulgur on sulgunud, ühenduvad tema elavhõbelüliti PZ kontaktid, elektromagnet saab



a

Joon. 20. Kaaluline automaatdosator: a - konstruktsioon; b - lihtsustatud elektriline juhtimissüsteem: 1 - arreteeride suruõhusilindrid; 2 - kaalu klapp; 3 - skaala; 4 - tasakaalulati tõmmits; 5 - mooteanum; 6 - kaaluriipats; 7 - kaalukangid; 8 - raam; 9 - taitesulgur; 10 - taitesulguri pneumosilinder; 11 - tühjendussulguri pneumosilinder; 12 - kaalutud annuste lugeja; 13 - tühjendussüüder; PZ - taitesulguri elavhõbelüliti; PB - tühjendussüüderi elavhõbelüliti; PT ja PG - tappe ja ligikaudse kaalumise elavhõbelüliti; PK - kaivatusnupud juhtpuldil; EA-1 ja EA-2 arreteeride elektromagnetid; EZ ja EB - taites- ja tühjendussulgurite elektro-



elavhõbelülitite PT ja PZ kaudu jälle voolu ning sulgur avaneb. Vahelduv täitesulguri avanemine ja sulgemine kordub nii kaua, kuni tasakaalustumisel lahutatakse täpse kaalu elavhõbelüliti PT.

Esimest ajavanemikku, s.o. kui täiesti avatud täitesulguri korral valgub mõõteanumasse kuni 90% materjalist, nimetatakse ligikaudseks kaalumiseks, teist aga täpseks kaalumiseks.

Mõõteanuma tühjendamiseks vajutatakse juhtpuldil nupule PK-2 ning avatakse tühjendussulgur, mis võib tegettseda vaid siis, kui täitesulgur suletakse ning tema elavhõbelüliti ühendub. Võrreldes käsitsi doseerimisega, on automaatse doseerimise protsess 3-4 korda kiirem ning täpsus tunduvalt suurem.

Elektropneumaatilise juhtimisega automaatdosaatori juures ilmnevad järgmised puudused: 1) süsteemi inertsuse tõttu materjali mõõteanumasse andmise lõpetamine hilineb; 2) kaalumehhanism ja suruõhu juhtimissüsteem on kogukad ning nõuavad sagedast korrastamist ja remonti; 3) elavhõbelülitid lähevad sageli rikki. Nimetatud puudused vähendavad doseerimise kiirust ja täpsust.

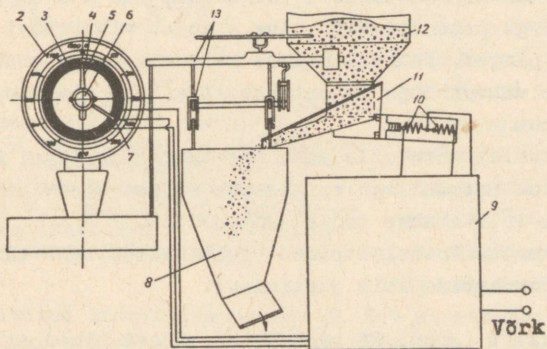
Automaatdosaatorite juures on hakatud kasutama fotoelektrilist juhtimissüsteemi (joon. 21), millel on järgmised iseloomulikud elemendid: elektromagnetiline vibrotoitja 11 mõõteanuma täitmiseks, eriliste osutitega skaala ja automaatikablokk 9 (selles asuvad ühelambiline võimendi, elektromagnetilise toitja käiviti, ligikaudse ja täpse kaalumise reled).

Põhiliseks selle süsteemi elemendiks on aga fototakisti 7, mida kasutatakse andurina. Konstruktiivselt kujutab ta endast plastmassist kapslisse asetatud valgustundlikku pooljuhiga (väävelkaadmiumiga) kaetud klaaslehekest.

Fototakisti põhineb sisemisel fotoefektil, mille füüsikaline olemus seisneb selles, et pooljuhtelementide elektrijuhtivus on võrdeline pooljuhi poolt neelatava valguse hullega.

Бетонный завод №8 г Москва												
Материалы	Вес, кг											
	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
Цемент 1 марка 2 марка	•		•		•							
Щебень 5-20 мм 20-40 мм 40-80 мм 80-150 мм	•	•			•	•			•			
Песок	•	•			•	•	•	•	•	•		
Вода			•				•		•		•	

a



b

Joon. 21. Fotoelektriliselt ja perfokaartide abil juhitava automaatsõnatori skeem: a - perfokaart; b - seadme skeem; 1 - perfokaardi augud; 2 - numbrilaua tagapoolne tööskaala; 3 - ekraan; 4 - peegellipuke; 5 - osuti; 6 - kahefaasiline balanssiirmootor; 7 - fototakisti; 8 - mõõte anum; 9 - automaati-kablokk; 10 - vibraatori elektromagneti poolid; 11 - vibro-toitja; 12 - punker; 13 - mõõteanuma kaalukangid.

Fototakisti on koos valgusallikaga kinnitatud skaala eri osuti külge. Valgusallikes võib fototakistit valgustada ainult peegelduva valgusega. Et aga numbrilaua pind on värvuselt must, siis normaalselt valgusallika kiired fototakistile peaaegu ei langegi.

Tööskaala ühes fototakistitega asub numbrilaua tagaküljel ning tööskaala jaotused vastavad täpselt esiküljel asuva kontrollskaala jaotustele. Fototakisti 7 pööratakse tööskaala ja-

tusele, mis näitab materjali annust. Osuti 5 varustatakse li-pukesega, mille pind hästi peegeldab valgust.

Dosaatori töö kulgeb järgmiselt. Vastava nupu vajutamise-ga juhtpuldil pannakse täie võimsusega tööle elektromagne-tiline toiterenn ning toimub ligikaudne kaalumine. Mõõteanu-masse valguga materjali raskus paneb dosaatori kaalusüsteemi mõjutusel liikuma osuti 5 koos peegellipukesega 4. Niipea kui peegellipuke lõikab valguskiirt, muutub kohe toitja 11 töö-režiim, s.o. materjali valgumine mõõteanumasse väheneb. Toit-ja töörežiimi muutus on tingitud sellest, et valguskiirega lõikumisel muutub fototakisti valgustus, mis muudab lampvõi-mendi ja võrgu potentsiaali ning alandab vibraatori mähiste-le antavat pinget. Peegellipukese väljumisega valguskiire alt lülitatakse vibrotoitja momentaanselt välja, mis tähendab kaa-lumise lõppu.

Igal skaalal võib olla mitu fototakistit (kuni 6 tk.), mis võimaldab betoonisegu valmistada mitmes koostises. Iga fototakisti lülitatakse tööle juhtpuldist.

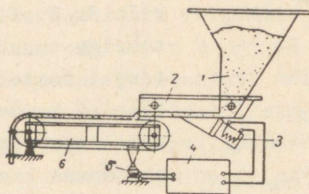
Dosaatorite fotoelektrilist juhtimissüsteemi kasutatakse sageli perfokaartide abil juhtimisel.

Perfokaart (joon. 21 a) kujutab endast tihedast papist kaarti, milles vertikaalrea augud tähistavad segu komponente ning horisontaalrea augud komponentide kaalu. Asetades sel-lise perfokaardi dosaatori arvestisse ja seades dosaatori programmis ettenähtud betooni koostisele, hakkab dosaator au-tomaatselt doseerima vajalikku materjali nõutaval hulgal.

Perfokaartide abil doseerimisel kasutatakse ainult ühte fototakistiga osutit, mida pööratakse kahefaasilise balans-siirmootoriga numbrilaua töösklaalat mööda.

Joonisel 22 on esitatud pideva toimega kaalulise auto-maatdosaatori skeem. Selle dosaatori põhiosadeks on toiterenn 2 ühes elektromagnetilise vibraatoriga 11 ja alalditega 10, tasakaalulatil 5 asuva tasakaaluvihiga 6 tasakaalustatav kaal-transportöör 3 ja automaatikablokk.

Viimasel ajal on välja töötatud tensomeetriliste kaaludega automaatdosaatorid (joon. 23), mille suur täpsus on saavutatud kaaltransportööri juures kasutuselevõetud magnetstriktioon- või traatanduriaga. Selline andur kujutab endast ferromagnetilist südamikku 5, mis deformeerimisel elastsuse piirides muudab oma magnetilisi omadusi.



Joon. 23. Tensomeetriliste kaaludega automaatdosaator; 1 - punker; 2 - toiterenn; 3 - vibraator; 4 - regulaator; 5 - tensomeetiline andur; 6 - kaaluraam.

tusega. Magnetvoolu muutus mõjustab anduri südamiku mähist ning põhjustab mõõteriista osuti pöörde, mille tulemusena antakse regulaatorile 4 vastav signaal.

Süsteemi tundlikkus ei muutu isegi kümnekordse normaalkoormuse korral.

Sõltuvalt tootlikkusest on transportöörilindil mitu kiirust, mis võimaldab lindi koormust üsna täpsetes piirides muuta, kusjuures tootlikkuse kõikumise piirides säilib küllalt suur kaalumise täpsus. Automaatreguleerimise süsteem hoiab lindi koormuse kogu aeg püsivana.

Doseerimise täpsus on $\pm 1\%$ nominaaltootlikkusest.

3. Tsementbetoonitehased

Ajakohane tsementbetoonitehas kujutab endast suurt ja keerulist ettevõtet, mis koosneb spetsiaalmasinatega sisusta-

Anduri elasts-
ne deformatsioon
kõigub 0,06 -
- 0,006 mm piiri-
des ning võib ar-
vestada, et jõu
muutus kaaltrans-
portööril ei kut-
su esile paigutu-
si. Anduri südamik-
ku läbivad magne-
tilised jõujooned
kohtuvad muutunud
magnetilise takis-

tud tsehhidest. Betoonitehastes on võimalik betoonisegu valmistamisel kõige paremini tagada vajalike operatsioonide täpsus ja stabiilsus.

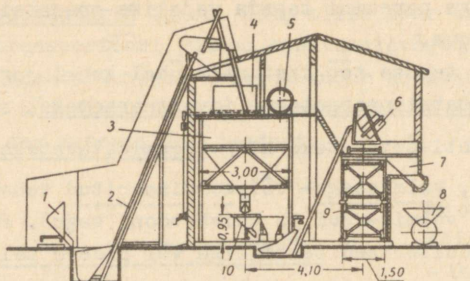
Sõltuvalt tehase töö kestusest ühel kohal jagunevad betoonitehased statsionaarseteks, inventaarseteks, s.o. kokkupandavateks-lahtivõetavateks ning teisaldatavateks. Nad võivad olla kuivsegu-, valmissegu- või kombineeritud tehased (kus valmistatakse nii valmis- kui ka kuivbetooni segu). Peale selle jagunevad betoonitehased tsüklilise või pideva toimega, automatiseeritud või automatiseerimata tehasteks.

Olenevalt sisseseade suhtelisest asetusest võivad betoonitehased olla vertikaalse (üheastmelise) või horisontaalse (mitmeastmelise) tehnoloogilise skeemiga.

Üheastmelise tootmisskeemi kohaselt (vt. joon. 26) tõstetakse betooni komponendid korraga lõplikule kõrgusele, kust nad kogu tehnoloogilise protsessi vältel omakaalu mõjul alla liiguvad. Sellised betoonitehased on kompaksemad, kuid väga kõrged (20 - 30 m).

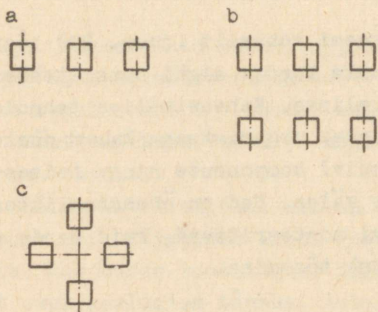
Mitmeastmelise tootmisskeemi kohaselt (joon. 24) tõstetakse komponente tavaliselt kaks korda: algul punkritesse ning doseerimise järel segisti trumlisse. Kaheastmelise tehnoloogilise skeemi kasutamisel koosneb segamistsehh kahest osakonnast: esimeses doseeritakse kuivi komponente ning teises segatakse ja antakse valmissegu välja. Nad on üheastmelistest tehastest madalamad, kiiremini monteeritavad, kuid nende puuduseks on materjali mitmekordne tõstmine.

Joonisel 24 on esitatud teisaldatava betoonisegistiga ja horisontaalskeemiga betoonitehas. Selles tehases antakse inertmaterjalid kopptõstukiga 2 (või linttransportööri) kaheksioonilisse (üks killustiku, teine liiva jaoks) punkrisse 3, mille all asuvad dosaatorid 10. Pärast doseerimist tõstetakse materjalid kopptõstukiga segistisse 6. Sinna antakse ka doseeritud tsement ja vesi. Pärast segamist suunatakse valmissegu veovahendisse.



Joon. 24. Horisontaalskeemiga betoonitehas: 1 ja 8 - vagonetid; 2 - kopptõstuk; 3 - kahesektsiooniline punker; 4 - jaotuskilp; 5 - boiler; 6 - teisaldatav betoonisegisti; 7 - betoonipunker; 9 - metallalus.

Segistid võivad tsehhis paikneda ühe- ja kaherealiselt või pesaliselt (joon. 25).



Joon. 25. Betoonisegistite asetuskeemid: a - üherealiselt; b - kaherealiselt; c - pesaliselt.

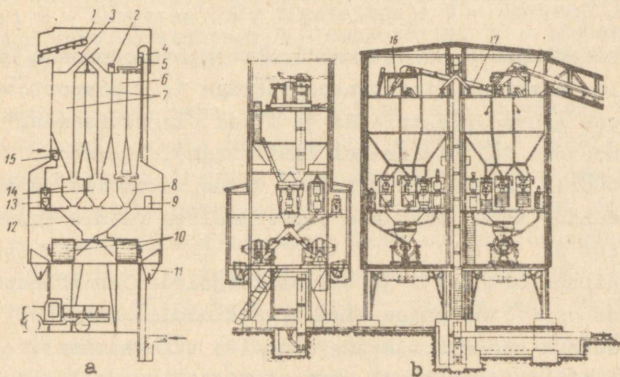
Selle skeemi (joon. 25 c) järgi teenindatakse 3 - 4 betoonisegistit ühe punkrite ja ühe automatiseeritud doseerimisseadmete komplektiga.

Ajakohaste betoonitehaste koosseisu kuuluvad järgmised tsehhid:

- 1) täitematerjalide ladu ühes transportimis-, jaotus- ja kuumutusseadmetega;
- 2) tsemendiladud ühes transportimis- ja säilitamiseadmetega;
- 3) punkritega segamistsehh, millel on tavaliselt doseerimis-, segamis- ja valmissegu väljastamise osakond.

Järgnevas tutvustame lähemalt tsementbetoonist teekate ehitamisel kasutatavaid betoonitehaste tüüpe.

Joonisel 26 on esitatud teedeehituses sobivaks osutunud seksioonidest koosnev (vertikaalse skeemi järgi töötav) betoonitehas.



Joon. 26. Sektsioonidest koosnev betoonitehas:
1 - täitematerjalide linttransportoor; 2 - punkritepealse osakonna mehhanismide juhtpult; 3 - pööratav lehter; 4 - tsemendielevaator; 5 - jaotustigu; 6 - punkri tsemendisektsioonid; 7 - täitematerjalide sektsioonid; 8 - tsemendidoosaator; 9 - doseerimise ja segamise osakonna juhtpult; 10 - betoonisegistid; 11 - valmissegu punkrid; 12 - kuivsegu lehter; 13 - veedosaator; 14 - täitematerjalide dosaatorid; 15 - veeanumad; 16 - teise sektsiooni pööratav lehter; 17 - ulekandetransportoor.

Sellised tehased koosnevad standardsetest sektsioonidest, igas sektsioonis kaks betoonisegistit töömahuga 800 l valmis-segu. Sektsioon kujutab endast kokkupandavat-lahtivõetavat metallkonstruktsiooni, millele on väljapoole kinnitatud soojustatud puitkilbid.

Kui ehitatakse 7 m laiust ning 18 - 20 cm paksust tsement-betoonist teekatet kiirusega 110 - 150 jm vahetuses, siis kasutatakse ühesektsioonilist betoonitehast; ehituskiiruse juures 250 - 300 jm vahetuses kasutatakse kahesektsioonilist tehast (joon. 26 b). Kahesektsioonilises tehases on igal sektsioonil oma, ühesektsioonilise tehasega analoogiline doseerimis- ja segamisosakond.

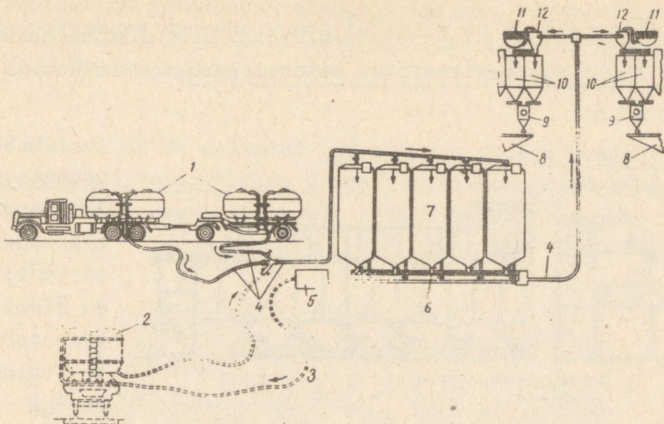
Punkripealses ruumis on üles seatud lisatranspordör 17 täitematerjalide saatmiseks teise sektsiooni punkritesse. Tsementi võib transportida sektsioonide punkritesse ühe elevaatoriga. Sel korral elevaatori ülemisse otsa pannakse kahetoruline kinnine renn (eelistatav siiski kahe elevaatori ülesseadmine).

Täitematerjalid saadetakse laost segamisosakonna punkritesse kaldu asetatud linttransportööriga 1. Transportööri ülemises otsas asuvad elektriajam ja lindi pingutusseade, mis ei lase mootori väljalüülimisel linti tagasi libiseda. Mõlemal transportööril on oma elektriajam. Transportööride ja pööratavate rennide tööd juhitakse punkripealses ruumis asuvast juhtpuldist 2.

Kaldtransportööri 1 ja täitematerjalide laost transportööri tegevus on seotud ühise signalisatsioonisüsteemiga, mis hakkab töötama segamisosakonna punkrite täissaamisel.

Tsementi antakse laost elevaatorisse 4 tavaliselt tigu-toitjaga ning elevaatorist sektsiooni punkritesse punkritepealse jaotusteoga 5. Elevaatori ja jaotusteo tööd juhitakse punkritepealse osakonna juhtpuldist 2.

Tsementi võib transportida ka pneumoseadmetega, mille tegevus selgub joonisel 27 näidisenäitena esitatud skeemilt. Olgu märgitud vaid seda, et kui tsement saabub suruõhu-laadimis-seadmega veokitel, paigutatakse laosilodesse filtrid 11 õhueraldamiseks tsemendist pärast selle andmist silosse.



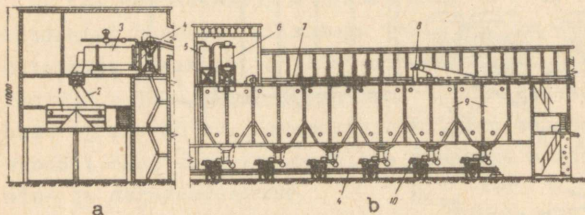
Joon. 27. Tsemendi pneumotranspordi skeem betoonitehases: 1 - tsemendiauto; 2 - tsemendivagun; 3 - suruõhuvoolik; 4 - juhtmestik aereeritud tsemendi transportimiseks; 5 - kompressor; 6 - aerorenn (või tigutoitja); 7 - tsemendilad; 8 - kuivsegu vastuvõtulehter; 9 - dosaatorid; 10 - segamisseadme punkri sektsioonid; 11 - õhufilter; 12 - tsemenditsuklonid.

Betoonitööde mahu järkjärgulise suurenemisega tekib vajadus ikka võimsamate betoonitehaste järele. Tsükliliste betoonisegistitega tehastes võimsuse tõstmine suuremate (üle 2400 l) segistite rakendamisega ei anna vajalikke tehnoloogilisi ja majanduslikke tulemusi, kuna selline lahendus vajab suuri, keerukaid ja kalleid ehitisi. Paremini lahendatakse see küsimus pideva tööga betoonitehaste ehitamisega. Nende tehaste tootlikkus on ühe ja sama võimsuse juures tsükliliste tehaste tootlikkusest suurem, kuna toodang on madalamate ehitus- ja ekspluateerimiskulude tõttu märksa odavam.

Maailma esimene suurem pideva tööga betoonitehas rajati Sviri hüdroelektrijaama ehitamisel. Sama tüüpi betoonitehas võeti veidi hiljem kasutusele hüdroelektrijaama ehitamisel Narvas.

Pideva tööga betoonitehase sisseseade on tsüklilise tehase sisseseadega sarnane, erinevus seisneb vaid selles, et siin kasutatakse pideva toimega betoonisegisteid ja doseerimisseadmeid.

Joonisel 28 on näidatud statsioonaarne kaheastmeline pideva tööga automatiseeritud betoonitehas tootlikkusega 100-120 m³/h.



Joon. 28. Pideva tööga automatiseeritud betoonitehas: a - segamisosakond; b - doseerimisosakond: 1 - valjastamispunker; 2 - pööratav lehter; 3 - pideva tööga betoonisegisti; 4 - alumine linttransportöör; 5 - filter; 6 - tsuklon; 7 - ülemine linttransportöör; 8 - laadimisvanker; 9 - punkrid; 10 - toitja.

Laost suunatakse täitematerjalid ülekandetransportööri kaudu ülemisele transportöörile 7 ning viimasega läbi doseerimisosakonna punkritesse 9. Laadimine transportöörilt punkritesse toimub laadimisvankriga 8.

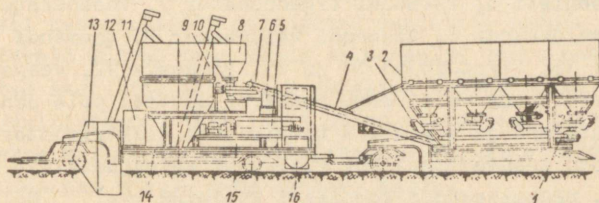
Tsementi säilitatakse silodes, kust ta pneumotranspordiga punkritesse saadetakse. Tsemendi eraldamiseks suruõhust kasutatakse punkritele seatud tsuklonit 6 ja filtreid. Punkritest valguvad materjalid punkrite alla riputatud pideva toimega automaatdosaatoritesse. Dosaatoreid on kuus: kolm erineva jämedusega killustiku, üks liiva ja üks tsemendi jaoks ning üks on tavaliselt reservis.

Dosaatoritest kihtidena linttransportöörile 4 doseeritud materjalid suunatakse täitelehtri kaudu pideva toimega betoonisegistisse 3, kuhu juhitakse ka mahulise dosaatoriga mõõdetud vesi ja sulfiitpiirituse praak. Valmissegu suundub pideva vooluna ühte valjastamispunkrisse 1 ning sealt sulguri avamisel soovitud hulgal veokisse.

Nõutav veenorm antakse segusse osaliselt täitelehtris ning ülejäänud osa pihustatud joana betoonisegistis.

Tehases on automaatne signalisatsioon. Tehase tegevust juhitakse segamisosakonnast keskselt juhtpuldilt. Abipult on punkritepealses osakonnas.

Joonisel 29 on esitatud teisaldatav pideva sundsegamisega betoonisegu valmistamise seade tootlikkusega $30 \text{ m}^3/\text{h}$. Seadet kasutatakse peamiselt teede ehitamisel.



Joon. 29. Teisaldatav pideva sundsegamisega betoonisegu valmistamise seade (S-543): 1 - linttransportöör; 2 - täitematerjalide dosaatorid; 3 - kaldetransportöör; 4 - kaldetransportöör; 5 - betoonisegisti; 6 - veedosaator; 7 - tsemendidosaator; 8 - tsemendi kulupunker; 9 - tsemendi varupunker; 10 ja 11 - tigutoitjad; 12 - jõuseade; 13 - tsemendi vastuvõtupunker; 14 - raam; 15 - veepaak; 16 - tõstuk.

Nagu jooniselt näha, on seade paigutatud kahele järelvankrile: ühel neist asub segamisagregaat, teisel doseerimisagregaat. Sellist hõlpsalt monteeritavat ja demonteeritavat mobiilset seadet võib ühe ehitusessooni jooksul mitu korda ilma suurema ajakuluta ühelt teelõigult (pikkus tavaliselt 50 - 70 km) teisele ümber paigutada. Sellega välditakse valmissegu transpordil suuri kaugusi, mille tagajärjel tullaakse toime vähema veokite arvuga ning betooni kvaliteedis pole karta suuremaid muudatusi (betoonisegu kihistumine ning tardumine).

Doseerimisagregaaadi koosseisu kuuluvad neli pideva toimemega automaatdosaatorit 3 täitematerjalide doseerimiseks, neljasektsiooniline punker 2 mahuga ca 90 m^3 liiva ja kolme kil-

lustikufraktsiooni jaoks, dosaatorite alla paigutatud kokkupandav linttransportöör 1 ning kaldtransportöör 4 täitematerjalide suunamiseks segamisagregaati.

Täitematerjale võetakse teeäärsest lahtisest laost doseerimisagregaadi punkri sektsioonidesse kas kopplaadijatega, greiferitega või mõne muu laadimismasinaga.

Punkri täitematerjalide varu võimaldab seadmel töötada umbes üks tund.

Segamisagregaadis paiknevad kahe labavõlliga pideva toimega sundsegisti 5, tsemendi tigudosaator 7, veedosaator 6, tsemendi kulupunker 8, tsemendi varupunker 9, tsemendi vastuvõtupunker 13, tigutoitjad 10 ja 11, jõuseade 12, veepaak 15, tõsteseade 16 ning valmissegu punker (joonisel pole näha).

Dosaatoreid ja segisteid teenindavad elektrimootorid, mis saavad voolu seadme komplekti kuuluvast teisaldatavast elektrijaamast. Segamiseadme komplekti kuuluvad veel hõlpsasti ülesseatavad metallist tsemendisilod üldmahutavusega 200 t ja veetsisternid või veepumbad ühes vastava juhtmestikuga.

Betoonitehase projekteerimise põhiküsimus seisneb seadmete valikus, mis sõltub tehase ülesandest ja võimsusest. Seadmed valitakse tehnilis-ökonomiliste arvutuste ja variantide võrdluse alusel.

Betoonisegu komponente teisaldatakse tõste-transportiseadmetega, näiteks lint-, kopp- ja tigutransportööridega.

Energiaseadmete hulka kuuluvad põhiliselt mootorid, auru- ja kompressorid.

Tehnoloogiliste seadmetena kasutatakse betoonisegisteid, dosaatoreid, punkreid, mõõtenõusid jne.

Elkõige valitakse põhilised tehnoloogilised seadmed, s.o. betoonisegistid ja dosaatorid, arvestusega, et nad kindlustaksid antud tootlikkuse juures tehase pideva töö. Edasi määratakse kindlaks mootorite võimsus ning energiavajadus.

Vähema võimsusega tehased varustatakse 425-1 betoonisegistitega, keskmise ja suure võimsusega tehased 1200-2400 l betoonisegistitega, kasutatakse ka pideva toimega segisteid. Jäikade betoonisegude valmistamisel kasutatakse sundsegisteid.

Betoonisegistid paigutatakse tehases ühe- ja kaherealiseltselt või pesaliselt. Ühe- ja kaherealist paigutust kasutatakse väikse võimsusega ja inventaarsetes tehastes; keskmise ja suure võimsusega tehastes aga pesalist paigutust.

Komponente doseeritakse käsitsi, poolautomaatsete või automaatsete dosaatorite abil. Iga materjali jaoks on eri dosaator, mille maht peab vastama materjali suurimale annusele.

Ühte või kahte betoonisegistit teenindavaid käsitsi või poolautomaatselt juhitavaid dosaatoreid kasutatakse ainult ühe- või kaherealiselt paigutatud segistite puhul. Automaatdosaatoreid võivad teenindada kolme-nelja kaupa pesaliselt asetatud segistid. Segistite pesaline asetus võimaldab betooni valmistamist täielikult automatiseerida, kusjuures kasutatakse kallutatavaid betoonisegisteid, mida täidetakse ning tühjendatakse ühe ja sama otsaava kaudu.

Kõige täiuslikumad on vertikaalse tehnoloogilise skeemi järgi sisustatud ning segistite pesalise asetusega statsionaarsed ja inventaarsed betoonitehased.

Valitud tehnoloogilise skeemi kohta peavad oma hinnangu andma peale tehnoloogi ka ehitaja, mehaanik, elektrik ning teised asjaosalised eriteadlased.

Doseerimis-segamisosakonnas nähakse ette komponentide hoidmiseks varupunkrid, mille maht tagaks tehase pideva töö. Kulupunkritesse peab materjale varuks mahtuma vähemalt üheks töötunniks.

Väiksemates tehastes kasutatakse neljatahulisi puitpunkreid; keskmistes ja suurtes tehastes raudbetoon- või metallpunkreid. Puitpunkritel tehakse põhjakalle materjali loomulikust varisemisnurgast natuke lamedam, siis valgub materjal välja varisemisnurga all ning hoitakse ära punkri põhja ülearune kulumine. Metallpunkrite kalle tehakse 55 - 50°, mis on küllaldane punkri täielikuks tühjendamiseks. Punkri tühjenemise soodustamiseks ja tühjendusavas ummistuse vältimiseks kinnitatakse põhja külge vibraator.

Täitematerjal antakse kinnises galeriis asuva kaldtransportööri kaudu ülemisele horisontaalsele linttransportörile ning suunatakse sealt kas vastavate lehrite või laadimis-

vankri abil punkritesse. Segistite pesalise asetuse puhul suunatakse täitematerjalid punkritesse automaatselt pööratava lentri kaudu.

Täitematerjalid hoitakse tehases kas lahtistes virnades, pool- või täispunkrites. Säilitamine lahtistes virnades ras- kendab materjalide soojendamist talvel.

Suurtes betoonitehastes hoitakse täitematerjale tingima- ta ühe- või kaherealiselt paiknevates punkerladudes, kust materjal punkrite all tranšees asuva lintrtransportööri ning kaldtransportööri kaudu kulupunkritesse suunatakse.

Valmissegu antakse välja väljastuspunkrite kaudu, mille maht on kordne veokite mahuga. Sobivaim on ümberpööratud koo- nuse kujuline punker põhjakallega 55-60° ning põhjaavaga, mil- le läbimõõt peab olema 3-6 korda suurem kõige jämedamast fraktsioonist.

Seadmed paigutatakse üksteisest töökaitse ja ohutusteh- nika nõuetes ettenähtud kaugusele.

Sõltuvalt automatiseerimise täiuslikkusest võib betooni- tehastel olla automatiseeritud distantsjuhtimine tsentraalpul- dist või poolautomaatjuhtimine üksikutelt töökohtadelt ja osakondade juhtimispuldilt.

Täielikult automatiseeritud tehastes kulgeb töö kindla programmi järgi, mille juures peetakse silmas nõutavaid kom- ponentide vahetusi, segamise kestust jms. Segu kvaliteeti kontrollivate elementide kaudu mõjustatakse seadme tööorga- neid ning muudetakse vastavaid tehnoloogilise protsessi pa- rameetreid. Tehase dispetšerlikul või poolautomaatsel juhti- misel käivitatakse ja seisatakse kogu tehas või tema üksikud agregaadid ning kontrollitakse tehnoloogilist protsessi kaug- juhtimise teel dispetšeripuldilt.

Automatiseeritud betoonitehastes seob kõiki tehnoloogi- lisi seadmeid ja transpordimasinaid automaatjuhtimise süsteem. Automatiseeritakse esmajärjekorras järgmised põhilised toot- misoperatsioonid: 1) komponentide doseerimine; 2) segamine; 3) valmissegu väljastamine; 4) komponentide transport; 5) komponentide ladustamine; 6) agregaatide käivitamine ja seiskamine tehnoloogilises protsessis ettenähtud järjekorras;

7) töörežiimi muutmine segu koostise muutmise puhul; 8) tehase töö arvestus.

Peale keskse automaatse üldjuhtimise tuleb iga agregadi juures ette näha individuaaljuhtimine. Automaatsüsteemis peab olema välditud masinate ülekoormamise võimalikkus.

Automatiseeritud betoonitehastes osutatakse suurt tähelepanu tootmisprotsessi parameetrite kaugkontrollile. Põhiliselt arendatakse tänapäeval neid kontrollimeetodeid, mis võimaldavad kontrollida ja reguleerida agregaatide töörežiimi vahetult tootmisprotsessis.

Automatiseeritud betoonitehastes esinevad tavaliselt järgmised automaatselt töötavad seadmed: 1) automatiseeritud tsüklilise või pideva toimega kaaldosaatorid (ühefraktsioonilised), kusjuures viimased võivad olla ühe- ja kaheastmelised; 2) valmissegu automatiseeritud väljastusseadmed; 3) radioaktiivsete isotoopidega töötavad punkrite täiteastme kontrollimise seadmed; 4) seadmed segu vesitsegmenteguri kontrollimiseks ja reguleerimiseks jne.

Automatiseerimissüsteemi edasine areng elektrooniliste, elektromehaaniliste, pooljuhtide ja radioaktiivsete kontroll- ja juhtimismeetodite baasil võimaldab betooni valmistamist tõsta veelgi kõrgemale tehnilisele tasemele.

Näitena olgu toodud ühe praegu kasutatava automatiseeritud betoonitehase töö kirjeldus. Tehase tootlikkus on ca $60 \text{ m}^3/\text{h}$.

Selle tehase konstruktsioon on originaalne ja unikaalne, Tehas töötab järgmiselt: auto sõidab valgussignaali peale platvormkaalule ning jääb täpselt betoonisegisti tühjendusava alla seisma. Autojuht paneb soovitud segule vastava perfokaardi programmiseadmesse, millega dosaatorid seatakse nõutavale režiimile vastavalt betooni margile. Pärast seda auto täidetakse. Täitmise lõpul hakkab vastav signaaltuli põlema, mis annab ühtlasi täidetud autole loa mahasõitmiseks ja tühjale autole pealesõitmiseks. Kaalumiste ning täidetud autode arvu märkimine toimub automaatselt. Tehast teenindab kaks töölist (tavalistes tsüklilise tööga automatiseerimata tehastes 11 - 12 töölist), kelle peamine ülesanne seisneb vaid mehhanismide töö jälgimises.

II. TSEMENDI JA BETOONI TRANSPORTIVAHENDID

1. Tsemendi transportivahendid

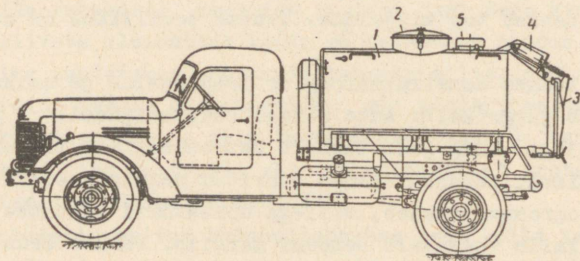
Tsemendi transportitakse raudteel, maanteel (harvem vee-
teel) ja suruõhuga.

Raudteel transportitakse lahtist tsemendi erilistes me-
tallkonteinerites, kottides ning viimasel ajal ka tsisternva-
gunites (joon. 32 a).

Maanteedel transportitakse tsemendi tsisternautodes, mil-
le konstruktsioon väldib tsemendi tolmutumist ja kadusid.

Suruõhuga transportitakse tsemendi erilistes seadmetes,
kus tsement küllastatakse suruõhuga, s.o. aereeritakse. Selle
tagajärjel võib tsement teatava nurga all kaldu asetatud juht-
metes voolata nagu vedelik.

Joonisel 30 on näidatud tsemendiveo tsisternauto, mida
tühjendatakse kaldu tõstetud tsisternist 1 läbi tagumise tüh-
jendusluugi. Üleval asuv täiteluuk suletakse kummitihendiga
kaane 2 abil.



Joon. 30. Tsemendiveo tsisternauto: 1 - tsistern; 2 -
täiteluuk; 3 - tühjendusluuk; 4 - pneumosilinder; 5 - filter.

Tsisterni tagumises kitsenevas osas asub tühjendusluuk, mis on pneumosilindri 4 abil hermeetiliselt suletav. Silinder töötab autokompressorist saadava suruõhuga.

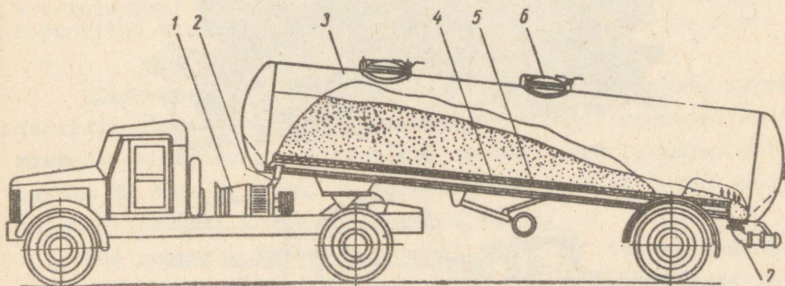
Tühjendamisel kallutatakse tsisterni kuni 50° . Tühjendamise soodustamiseks on tsisterni kitsenevasse ossa asetatud kaks pneumovibraatorit.

Tsisterni peal asuv filter 5 puhastab täitmisel tsisternist väljasurutud õhu tsemendist.

Tsisterni maht on $3,3 \text{ m}^3$. Tema kallutamiseks kulub 12-14 ning allalaskmiseks 18-20 s. Tühjendamist juhitakse autokabinist.

Vähem otstarbekad on tsemendi tsisternautod, mida tühjendatakse tsisterni põhja asetatud ühe või kahe tigutranspordööri abil.

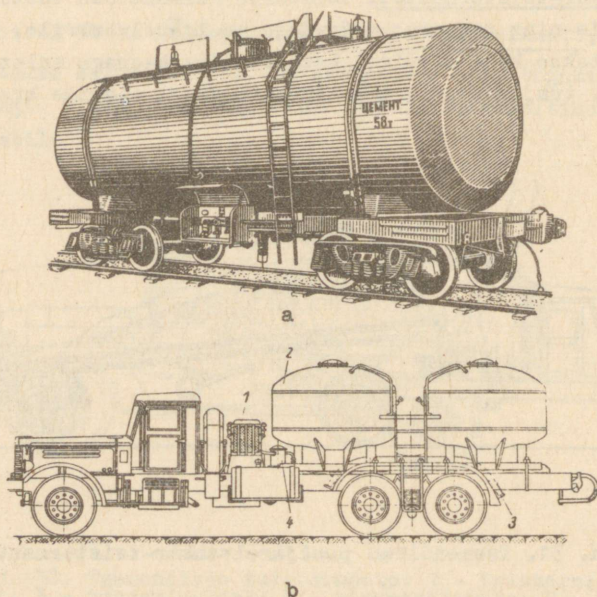
Joonisel 31 näidatud tsemendiauto kujutab endast pooljärelvanker-tsisternautot. Tsisterni esimene ots toetub auto sadultoele ning tagumine vedrudega pooljärelvankrile. Tsisterni täidetakse kahe ülemise, hermeetilise kaanega suletava luugi kaudu, tühjendatakse aga sifoonseadmega alumise kraani kaudu.



Joon. 31. Tsemendiveo pooljärelvanker-tsisternauto.

Kraani külge võib kinnitada vooliku ning selle kaudu juhtida tsemendi laaditavasse mahutisse. Tsemendi aereerimiseks kasutatakse autol asuvat kompressorit, mis käivitatakse auto jõuvõtukasti abil. Kompressorist juhitakse suruõhk läbi jaotuskraanide tsisterni aereerivatesse seadmetesse (joon.31) ning eritoruga esimese luugi kaudu tsisterni staatilise surve tekitamiseks tsemendi peal. Tsisterni võib autost eemaldada, lastes tema enda tugirattad alla.

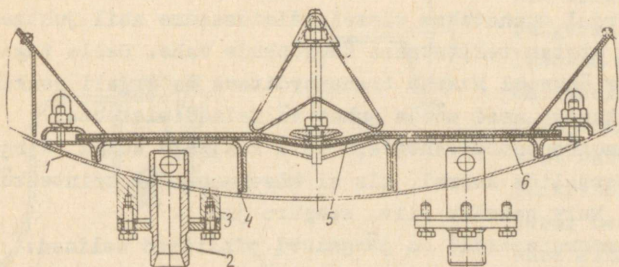
Täiuslikum kahe paagiga tsemendiauto on esitatud joonisel 32. Mõlema paagi 2 peal asuvad hermeetiliselt suletavad täiteavad. Tsemendi aereerimiseks on autole paigutatud kompressor 1, kust suruõhk surutakse suruõhumahutisse (ressiivrisse) 4 ning sealt paakide aereerimisseadmetesse. Paakide põhja kaldosade külge on monteeritud kaheksa aereerivat seadet.



Joon. 32. Tsemendi veovahendid: a - tsemendi tsisternva-
gun; b - kahe paagiga tsemendiauto; 1 - kompressor; 2 - paak;
3 - voolik; 4 - suruõhumahuti.

Põhjakalde tõttu valgub aereeritud tsement põhja keskel asuvasse kraaniga väljavooluavasse. Kraani külge kinnitatakse voolik 3 tsemendi suunamiseks täidetavasse mahutisse.

Tsemendiauto aereerimisseade on näidatud joonisel 33. Tsisterni põhja on kinnitatud aereeriv diafragma, mis koosneb traatvõrgule 5 toetuvast aereerivast riideribast 6. Diafragma toetub vahetatavatele perforeeritud tugedele 4. Tsisterni seina alumise osa külge on kinnitatud stutserid 2, mille kaudu suruõhk suunatakse perforeeritud tugede 4 alla.



Joon. 33. Tsemendiauto S-570 aereerimisseade:
 1 - tsisterni sein; 2 - stutser; 3 - kinnitusosa; 4 - perforeeritud tugi; 5 - traadist alusvõrk; 6 - aereeriv riie.

Diafragma alla suunatud suruõhk, läbides tugede augud, terasest sõela ja aereeriva riideriba, tungib tsemendi alustesse kihtidesse, mille tõttu tsement saab sisemise liikuvuse ja voolab avatud väljalaskekraani korral kaldu asetatud diafragmat mööda tsisternist välja.

See protsess kestab tsisterni täieliku tühjenemiseni.

NSV Liidus valmistatavate tsemendiautode põhilised parameetrid on toodud järgmises tabelis.

Tsemendiautode S-570 ja S-571 põhilised parameetrid

T ü ü p	S-570	S-571
Kandejõud kN	118	69
Maht m ³	12,6	7,4
Mass kg	10 000	6 180

Viimasel ajal kasutatakse ka tsemendi pneumotranspordivahendit.

Materjal suunatakse sisselaadimisseadme abil juhtmestikku, mille otstes tekitatakse õhurõhkude vahe. Selle tagajärjel tekkinud õhuvool haarab transporditava materjali osakesed kaasa ja kannab need mööda juhet väljalaadimiskohta.

Pneumotranspordivahendeid võib kasutada kõigi kergete puistematerjalide korral, mis ei kleepu seadme seinte külge (tsement, kuiv peenike liiv, saepuru jne.).

Pneumotranspordil on järgmised põhilised eelised:

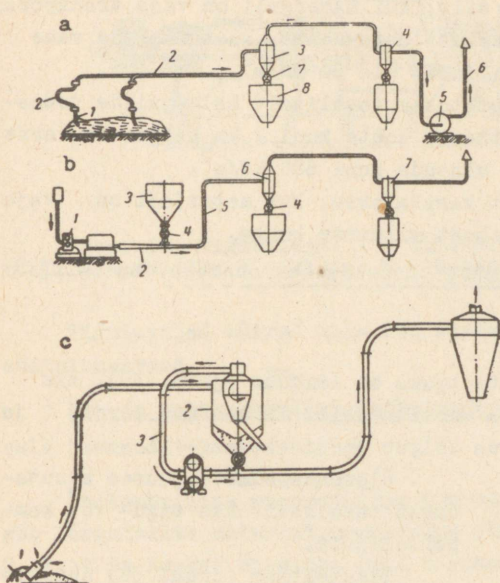
1) seadme hermeetilisus, mis väldib materjali tolmamist, kadusid ja risustamist; 2) seadme kompaktsus ja võimalus paigutada juhtmestikku soovitud trassi mööda; 3) võimalus materjalide laadimist ja transportimist täielikult mehhaniseerida ja automatiseerida; 4) suur tootlikkus (kuni 300 t/h).

Põhiliste puudustena tuleks märkida:

1) võrdlemisi suurt energiakulu (3-5 kWh/tkm, mis on 3-5 korda suurem kui mehaanilisel transpordil), 2) seadme osade tunduvalt kulumist abrasiivsete materjalide transpordil.

Vastavalt juhtmestikku survete vahe tekitamise moodusele (kas õhu väljajätmise või sissesurumise teel) võivad pneumotranspordivahendid töötada alarõhuga, ülerõhuga või segatoimega, s.o. mõned juhtmelõigud töötavad ala-, mõned aga ülerõhuga.

Alarõhuga töötava seadme skeem on esitatud joonisel 34 a. Tal on järgmised põhilised osad: üks või mitu düüsi, mille kaudu õhk koos materjaliosakestega imetakse juhtmestikku 2; eraldusanum 3, kus materjal eraldatakse õhuvoolust kiiruse



Joon. 34. Pneumotranspordivahendite skeemid: a - alarõhuseade; 1 - düüs; 2 - torustik; 3 - eraldusanum; 4 - filter; 5 - vaakumpump; 6 - väljuva õhu toru; 7 - lüüsslulgur; 8 - punker; b - ülerõhuseade. 1 - kompressor; 2 - juhtmestik; 3 - toitepunker; 4 - lüüsslulgur; 5 - transporditorustik; 6 - eraldusanum; 7 - filter; c - segatoimeline seade. 1 - alarõhuline osa; 2 - eraldusanum; 3 - ülerõhuline osa.

(joonisel punker) koos lüüsslulguriga, mis täidab sama ülesannet kui alarõhulise seadme lüüsslulgurgi; transporditorustik 5 materjali edasitoimetamiseks; eraldusanum 6 ja filter 7 on samad mis alarõhuseadmel; filtrit 7 läbib puhastatud õhk lastakse välisõhku.

Segatoimega seadmes imetakse õhk koos transporditava materjaliga alarõhu osasse 1, kust ta antakse edasi eraldusanuma ja seadme ülesurve osa 3 kaudu väljalaadimiskohale.

järsu vähenemise või suuna muutumise tõttu; filter 4, mis püüab kinni eraldusanumas settimata materjaliosakesed; alarõhku tekitav vaakumpump 5; atmosfääri väljuva õhu toru 6; lüüsslulgurid 7, mis lasevad materjali ühtlaselt eraldusanumast ja filtrit vastuvõutepunkritesse süsteemi hermeetilisust rikkumata.

Ülerõhusead-

mel (joon. 34 b) on järgmised põhiosad: kompressor 1, mis toodab suruõhku ja surub selle juhtmestikku 2; siselaadimisseade 3

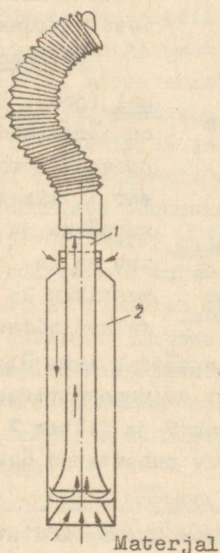
Ühe või teise süsteemi valik sõltub eelkõige seadme üldisest konfiguratsioonist ning transportimise kaugusest. Alarõhuseadet kasutatakse siis, kui materjali on vaja transportida mitmest lähedasest kohast ühte kohta, sest rõhkude vahe seadmes ei tõuse praktiliselt üle 50 kN/m^2 .

Ülerõhuseadet kasutatakse tavaliselt materjalide transportil ühest kohast mitmesse kohta kuni 2 km kaugusele, sest siin võib rõhkude vahe ulatuda kuni 600 kN/m^2 .

Segatoimega seadet kasutatakse, kui materjali on vaja transportida mitmest kohast mitmesse kohta.

Õhutranspordiseadmete tähtsamateks osadeks on toitjad ja eraldusanumad.

Alarõhu seadmete toitjaks on imidüüs (joon. 35), mis ühendatakse torustikuga vooliku abil. Ta koosneb torust 1 ja kestast 2. Düüsi tegevus selgub jooniselt.

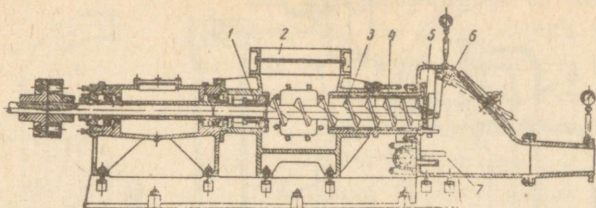


Joon. 35. Imidüüs. toimetatakse.

Ülerõhuseadmete juures kasutatakse tavaliselt kas tigu- või kambertoitjaid.

Tigutoitjas (joon. 36) antakse punkrist tulev materjal (läbi lehtri 2) kiiresti pöörleva tiguvoõlli 3 abil segamiskambrisse 6. Tiguvoõll pöörleb voodriga 4 kaetud silindris. Segamiskambri suunas tigu samm järkjärgult lüheneb, mistõttu materjal edasi liikudes pidevalt tiheneb ega lase suruõhul segamiskambrist punkrisse tungida. Materjali tihedust saab reguleerida klapi 5 abil.

Segamiskambri alumises osas asuvad kümme kuni kolmteist pihustit 7, mis juhivad suruõhu kambrisse, koostades sinna transportitavat tsementi ning moodustades õhu ja tsemendi segu, mis torustiku kaudu edasi



Joon. 36. Tigutoitja: 1 - tihend; 2 - lehter; 3 - tigu-võll; 4 - vooder; 5 - klapp; 6 - segamiskamber; 7 - pihustid.

Tigutoitjad võivad olla nii statsionaarsed kui ka mitte-statsionaarsed.

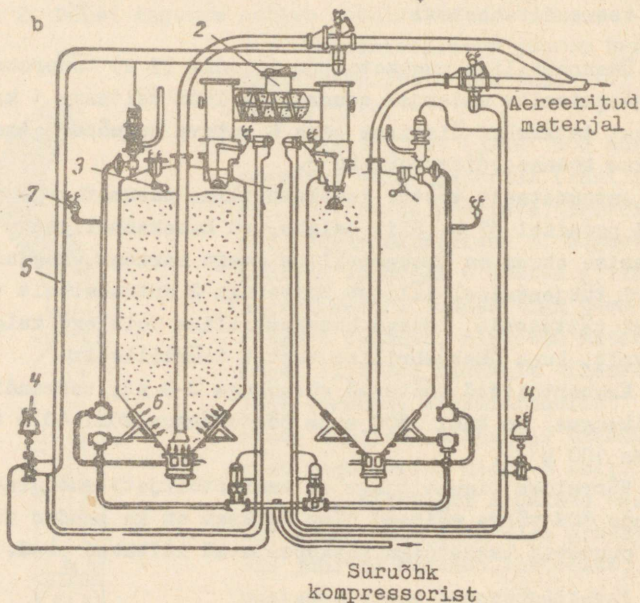
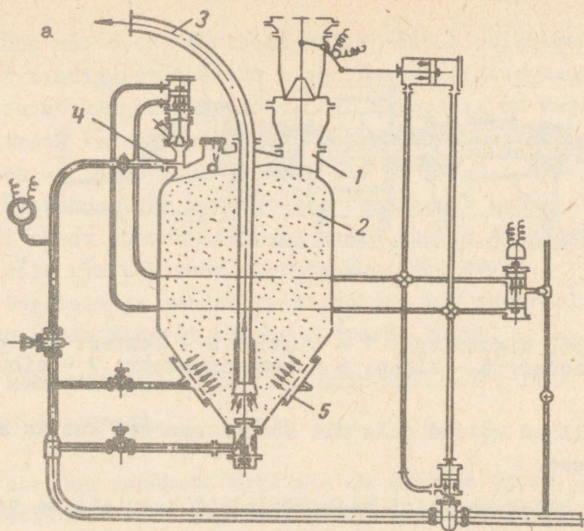
Ühe- ja kahekambrilisi kambertoitjaid kasutatakse tavaliselt tsemenditehastes.

Ühekambrilise pneumotoitja (joonis 37 a) tööprotsess kulgeb järgmiselt: materjal suunatakse läbi täiteava 1 kambrisse 2, kust ta kambri ülemisse ossa 4 antava suruõhu toimel suunatakse transporditorustikku 3.

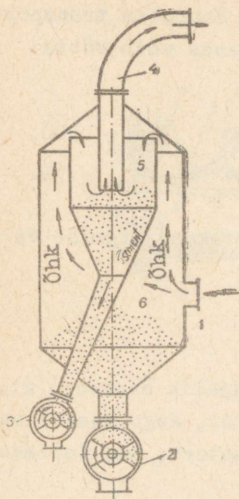
Automaatselt töötav kahekambriline pneumotoitja on näidatud joonisel 37 b. Siit selgub, et kahekambrilise toitja töötamise skeem on ühekambrilise omaga sarnane, kusjuures ühe kambri tühjenemisel lülitub toitetigu 2 automaatselt teise kambri täitmisele. Seega kahekambrilise toitjaga kulgeb töö pidevalt, kuna ühekambriline töötab tsükliliselt.

Kambertoitjad töötavad suruõhuga 2-3 at; tsemendi transpordikaugus on kuni 1500 m ja tõstekõrgus kuni 40 m tootlikkusega 100 m³/h.

Võrreldes tigutoitjaga on kambertoitjate energiakulu ligikaudu 30% võrra väiksem ning väiksem on ka seadme kulumine, kuna puuduvad tsemendiga kokkupuutuvad liikuvad osad.



Joon. 37. Suruõhuga töötavad kambertoitjad: a - ühekambri-
 line: 1 - täiteava; 2 - kamber; 3 - transporditoru; 4 -
 kambri ülemine osa; 5 - kambri alumine osa. b - kahekambri-
 line: 1 - täiteklapp; 2 - täitetigu; 3 - tasemenaitaja; 4 -
 elektropneumaatiline sulgur; 5 - suruõhutoru; 6 - poorsed
 plaadid (aeroplaadid); 7 - kontaktmanomeeter.



Üks eraldusseadmeist on esitatud joonisel 38. Õhu ja materjali segu suunatakse ava 1 kaudu kambri 6. Kiiruse järsu vähenemise tõttu (kuni 0,2 - 0,8 m/s) langeb materjal kambri põhja ning sealt läbi lüüssulguri 2 välja.

Põhiliselt materjalist (tsemendist) vabanenud, kuid veel peenosiseid sisaldav õhk tõuseb tsüklonisse 5. Tsüklonis muudab õhk järsult oma suunda ning tsentrifugaaltungi mõjul langevad peenosised renni kaudu teisest lüüssulgurist 3 välja. Puhastatud õhk väljub aga toru 4 kaudu.

Joon. 38. Eraldusseade: 1 - ava; 2 ja 3 - lüüssulgur; 4 - väljumistoru; 5 - tsüklon; 6 - kamber.

Õnutranspordiseadmete juures tuleb eelkõige välja arvutada juhtme sisemine ristlõige ning vajalik õhu rõhk ja hulk.

Õhu hulga arvutamisel peetagu silmas segu kaalulist kontsentratsiooni μ_k , s.o. seadmete tootlikkuse P ja kulutatud õhu P_0 kaalulist vahekorda.

Kaalulise kontsentratsiooni koefitsient leitakse valemiga

$$\mu_k = \frac{P}{P_0} = \frac{1000 P}{3600 \gamma_0 Q_0} = \frac{P}{4,5 Q_0},$$

kus $\gamma_0 = 1,224$ - õhu mahumass kg/m^3 temperatuuril 15°C ja rõhul 760 mm Hg;

Q_0 - õhu kulu m^3/s .

Seega eelmisest valemist saame:

$$Q_0 = \frac{P}{4,5 \mu_k} \text{ m}^3/\text{s}.$$

Pikem transpordikaugus vajab suuremat õhuhulka transportitava materjali ühiku kohta. Tsemendi jaoks võib võtta järgmised koefitsiendid μ_k :

transpordikaugus	m	50	100	250	500,
koefitsient	μ_k	35	34	29	19.

Torustiku sisemine ristlõige F arvutatakse järgmise valemiga:

$$F = \frac{Q_0}{v_0} \text{ m}^2.$$

Kompressoriga tekitatud õhurõhk ja vajalik õhuvoolu kiirus v_0 sõltuvad transportitavast materjalist, segu kaalulisest kontsentratsioonist ja juhtmestiku takistustest, mis leitakse vastavate graafikute ja arvutuste kaudu.

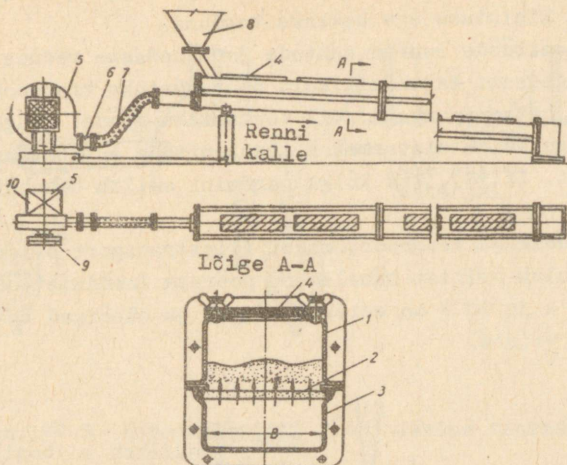
Kuivade pulbermaterjalide (tsement, kips jt.) teisaldamisel kasutatakse viimasel ajal laialdaselt ka aeroreenne (joo- nis 39). Kuiv pulbermaterjal küllastub hõlpsasti õhuga ning muutub juba väikese kalde (0,04 - 0,05) juures voolavaks.

Aerorenn valmistatakse lehtterasest ning ta koosneb kahest osast 1 ja 3, mis omavahel polditakse. Renni osade vahele asetatakse poorsest ainest (keraamilised plaadid, mitmekihiline eririi) diafragma 2. Transportitav materjal lastakse diafragmale punkrist 8. Renni alumisse ossa antakse vooliku 7 kaudu mootoriga 10 käivitatava ventilaatori 5 abil läbi filtri 9 imetav õhk, mis jaotub ühtlaselt üle kogu diafragma pinda. Diafragma läbimisel aereerib õhk materjalikihi ning muudab selle voolavaks. Materjalikihi läbinud õhk väljub renni kaanes akendena paiknevate filtrite 4 kaudu.

Õhukulu 1 m² poorse diafragma kohta tsemendi transportimisel kaldega $i = 0,04$ asetatud aeroreennis võrdub 1,3-1,5 m³/min.

Vajalik õhurõhk on 3...5 kN/m². Õhu ja tsemendi segu mahumass 800 kg/m³.

Renni võib täita ja tühjendada igas temal vabalt valitud punktis.



Joon. 39. Aerorenn: 1 - renni ülemine osa; 2 - diafragma; 3 - renni alumine osa; 4 - eririidest filter; 5 - ventiilaator; 6 - reguleeriv drossel; 7 - voolik; 8 - punker; 9 - välisõhu filter; 10 - mootor.

Renn võib töötada ka kaugjuhtimise teel.

Aerorenni tootlikkust P arvutatakse valemiga

$$P = 3600 \alpha F v \text{ m}^3/\text{h},$$

kus F - tsemendi ristlõige m^2 ;

v - materjali liikumiskiirus m/s ;

α - hõõrdekoefitsient materjali ja renni seinte vahel,
 $\alpha = 0,9$.

Kui renni laius on 100 kuni 400 mm ja renni kõrgus 150 kuni 200 mm, siis renni tootlikkus võrdub 25 kuni 165 t/h.

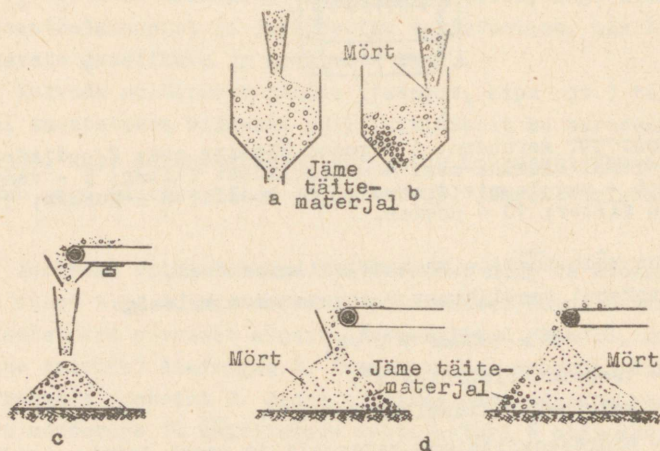
2. Betoonisegu transpordivahendid

Betoonisegu transportimise viisi ja veovahendite valik sõltub põhiliselt püstitatava ehitise iseloomust, töö mahust, päevasest betoonivajadusest, tõstekõrgusest ja veokaugusest.

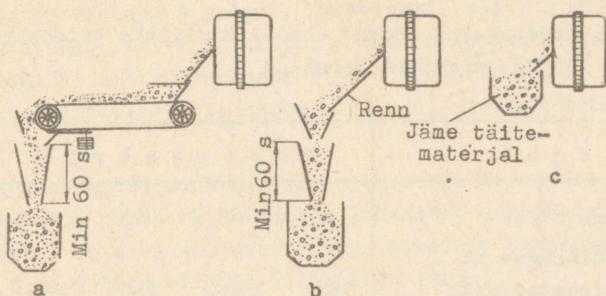
Igal juhul tuleb rangelt silmas pidada, et betoon transpordil ei kihistuks ega hakkaks tarduma.

Betoonitööde suurte mahtude ja lähedaste vedude puhul osutub sagedasti majanduslikult põhjendatuks transportida betoonisegu betoonipumpade abil torustikku mööda. Kaugele on betoonisegu kõige otstarbekam transportida autobetoonisegistitega (vt. lk.18), kus kõige paremini säilib betoonisegu kvaliteet.

Betoonisegu transportimisel (lintranspordite ja rennidega) tuleb erilist tähelepanu pöörata laadimistöödele. Joonistel 40 A ja 40 B on esitatud õiged ja ebaõiged betoonisegu laadimise viisid.



Joon. 40 A. Betooni punkritesse laadimise ja transportoridelt mahalaadimise skeemid: a ja c õiged; b ja d ebaõiged.



Joon. 40 B. Betoonisegisti tühjendamine taarasse: a ja b õiged; c ebaõige.

Nagu joonistelt nähtub, eraldub ebaõigel laadimisel jämedam fraktsioon mördist ning betoon muutub ebaühtlaseks, s.o. betooni kvaliteet langeb.

Betoonipumpade abil transporditakse betooni torusid mööda. Transpordikaugus sõltub betooni koostisest ja liikuvusest ning ulatub horisontaalsuunas kuni 300 m või vertikaalsuunas kuni 40 m. Transportimisel suurematele kaugustele tuleb järjestikku üles seada mitu betoonipumpa. Betoonipumpade kasutamine on eriti efektiivne suurte massiivide betoneerimisel.

Majanduslikult tasuvad betoonipumbad end ligikaudu järgmiselt: pumbad tootlikkusega $5 \text{ m}^3/\text{h}$, kui betoonitööde maht aastas on $1500 - 2000 \text{ m}^3$; tootlikkusega $15 \text{ m}^3/\text{h} - 3000 - 4000 \text{ m}^3$; tootlikkusega $20 \text{ m}^3/\text{h} - 8000 - 10000 \text{ m}^3$ ja tootlikkusega $40 \text{ m}^3/\text{h} - \text{üle } 15000 \text{ m}^3$.

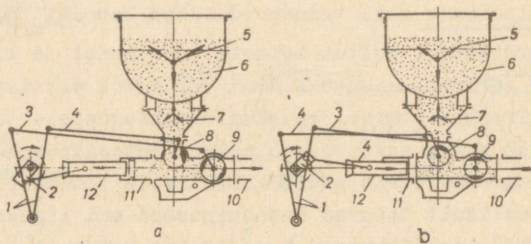
Betoonipumpade põhilised eelised on järgmised: 1) horisontaalse ja vertikaalse transpordi pidevus, ilma ümberlaadimisteta; 2) pumba ja torustiku lihtsus ja kompaktsus; vähene ruumivajadus; 3) betoonisegu plastilisuse ja ühtluse säilivus, kadude puudumine; 4) teatav positiivne mõju betooni tihedusele ja tugevusele.

Nõukogude Liidus valmistatakse ühesilindrilisi betoonipumpasid tootlikkusega 5 - 40 m³/h ning kahesilindrilisi 40 ja 80 m³/h.

Iseloomustavamad andmed ühesilindriliste betoonipumpade kohta on toodud järgmises tabelis:

N ä i t a j a d	P a r a m e e t r i d				
Tootlikkus m ³ /h	5	10	15	20	40
Transpordikaugus m:					
horisontaalselt	150	250	250	250	220
vertikaalselt	20	40	30	40	15
Elektrimootori võimsus kW	11,4	14	16,2	28	40
Mass kg	2300	2700	3000	7570	11930

Betoonipumpade töötamis põhimõte selgub jooniselt 41.



Joon. 41. Betoonipumba töö skeemid: a - imevõtt; b - survetõtt. 1 - kulissmehhanism; 2 - vääntvõlli; 3 - ja 4 - klapi vardad; 5 - laba; 6 - punker; 7 - virguti; 8 - imiklapp; 9 - surveklapp; 10 - juhtmestik; 11 - silinder; 12 - kolb.

Betoonisegu antakse kõigepealt punkrisse 6, kus ta kihistumise vältimiseks labadega 5 läbi segatakse. Punkrist valgub segu virguti 7 toimel läbi klapi 8 silindrisse 11. Pumba peamootori toimel pannakse kolb 12 vääntvõlli 2 ja kepsu kaudu

edasi-tagasi liikuma. Kolvi liikumine on täpselt kooskõlastatud imi- ja surveklapi seisuga: imevtaktil imiklapp 8 avaneb ning surveklapp 9 sulgub, survetaktil klapp 8 sulgub ja klapp 9 avaneb. Kolvi ja klappide töö on kooskõlastatud kulismehhanismi 1 ja klapiarraste 3 ja 4 tööga. Imevtakti ajal valgub segu silindrisse 11, survetakti ajal aga surutakse ta torustikku.

Betoonipumbad monteeritakse jalastele toetuvale raamile, et hõlbustada pumba teisaldamist lühematel vahemaadel.

Pumbal on kaks mootorit. Ühega pannakse tegevusse kolb 12 klappid 8 ja 9 ning virguti 7, teisega laba 5.

Betoonisegu transportimiseks paigaldamiskohale on pumbal torud ning vajalikud abiseadmed. Betoonipumba komplekti kuuluvad ühesuguse läbimõõduga, kuid eri pikkusega sirged ja kõverad torulülid, mis ühendatakse omavahel eriliste ühenduslukudega (joon. 42).

Ühenduse hermeetilisus saavutatakse kummitihenditega. Kui torustikul on vertikaalne osa, asetatakse sinna nõelsiiber (joonis 42 c). Kui horisontaalset osa on vaja lahti võtta, pannakse klapi pessa nõelad, mis moodustavad tiheda sulu ning väldivad betooni väljavalgumist torustiku vertikaalsest osast.

Vajaduse möödumisel võetakse nõelad välja ning asetatakse nad klapi kere külge keevitatud nõeltaskusse.

Kõik betoonisegu inertmaterjali osakesed peavad olema ümbritsetud tsementtaigna kihiga, et osakeste vahel ei tekiks määrgatavat hõõrdumist ning selle tagajärjel torustiku ummistumist.

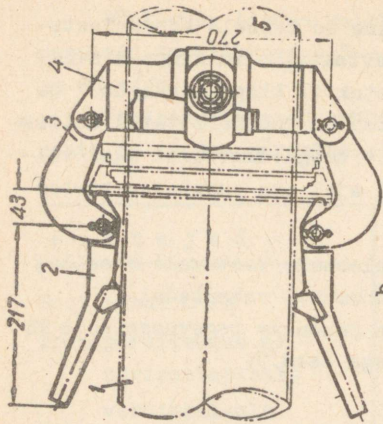
Jämedast liivast betoonisegusid on torudes halb transportida, neile on vaja rohkesti tsementi või plastifikaatoreid lisada.

Ummistuste vältimiseks peab torustiku läbimõõt olema

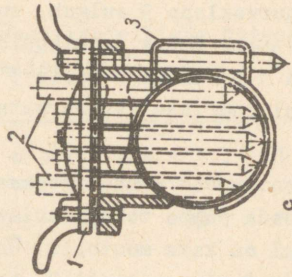
$$D_t > 2,16 d,$$

kus d - inertmaterjali osakese maksimaalne läbimõõt.

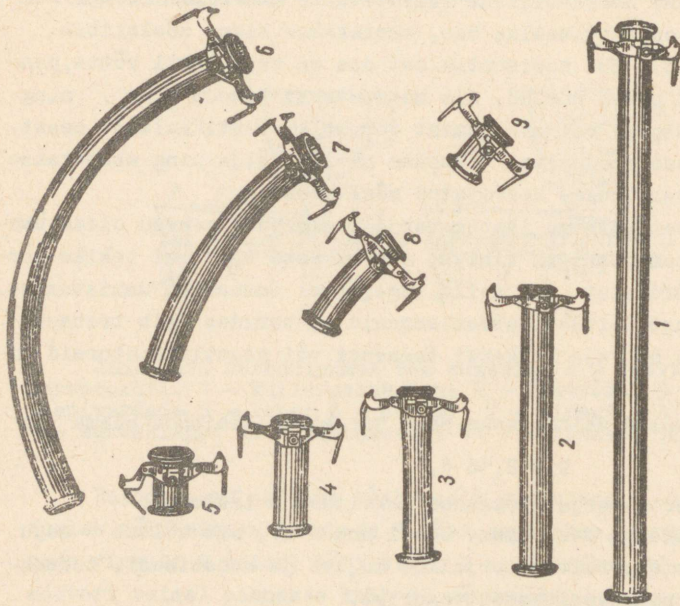
Betoonisegu peab olema hästi pumbatav, mis sõltub segu konsistentsist, täitematerjalide kujust ja koostisest, tsemendi liigist ning vesitsemendtegurist.



b



c



a

Joon. 42. Betoonitorustiku detailid: a - torude komplekt: 1 - 5 sirged lüüid pikkusega 3 m, 1,5 m, 0,9 m, 0,3 m ja 0,1 m; 6 - 9 murga all 90°, 220° ja 110° 15' painutatud lüüid; b - betoonitorustiku ühenduslukk; 1, 5 - torud; 2 - pööratav hoob; 3 - pinguti; c - nõelsiber; 1 - kaas; 2 - nõelad; 3 - nõelatasku.

Suurt mõju betoonitorustiku tööle avaldab torude kvaliteet, eriti nende läbimõõdu ühtlus. Iga vähimgi toru ristlõike kõrvalekalle ringist võib tekitada suuri takistusi ning isegi ummistusi; eriti ilmneb nimetatud nähtus järsu käänakuga toruosades, kus ristlõike elliptilisus tuleb kõige rohkem esile.

Enne betoonipumba käivitamist reguleeritagu pumba klapp nii, et klapi sulgemisel jääks pilu, mille suurus vastaks kõige jämedamale inertmaterjali fraktsioonile. Reguleeritakse kas töövarraste pikkuse muutmisega või nende otste ümberpaigutamise teel. Seejärel kontrollitakse kogu seadme korrasolekut ning alles siis käivitatakse pump.

Kõigepealt antakse torustiku määrimiseks pumba 0,2-0,6 m³ rasvast tsementmörti koostisega 1:2 ja koonuse vajumisega 12-16 cm; vastasel korral võivad tekkida ummistused.

Betoonipumba töötamise ajal on torustik alati täidetud betooniseguga. Segu ei või aga jätta torustikku üle 30 minuti. Kui pump seisatakse kauemaks ajaks, tuleb iga 5 minuti tagant lasta pumbal 2-3 pööret ringi käia.

Pärast töö lõpetamist või üle 2 tunnilise tööseisaku korral lastakse betoonisegu torustikust välja ja viimane puhastatakse, milleks kasutatakse kaltsutroppe või erilisi kummiketastest prunte, mis surutakse vee või suruõhu toimel läbi torustiku. Betoonitorustikku on otstarbekas puhastada 1000... 2000 kN/m² rõhku tekitava veepumbaga (mõned betoonipumbad laevad end ümber seada ka vee pumpamiseks).

Betoonitorustiku pikkuse määramisel tuleb arvestada kõiki seal esinevaid takistusi. Tavaliselt taandatakse kohalikud takistused horisontaalsele sirgele torustiku pikkusele, kasutades kogemustel põhinevaid ekvivalentsuse koefitsiente:

Torustikuosa iseloomustus	Ekvivalentsuse koefitsient
Painutatud lüli nurga all 90°	$K_1 = 12$
" 45°	$K_2 = 7$
" 22°30'	$K_3 = 4$
Vertikaalne osa pikkusega 1 m	$K_V = 8$

Seega saadakse betoonitorustiku taandatud pikkuseks L_r :

$$L_r = L_1 + L_2 + L_3 \text{ m,}$$

kus L_1 - betoonitorustiku horisontaalsete osade üldpikkus m;

L_2 - betoonitorustiku vertikaalsete osade taandatud pikkus: $L_2 = K_v \cdot H$;

L_3 - käänakute taandatud pikkus:

$$L_3 = n_1 K_1 + n_2 K_2 + n_3 K_3 ;$$

n_1, n_2, n_3 - ühetüübiliste käänakute arv.

L_r ei tohi olla suurem betoonipumba maksimaalsest horisontaalsest transpordikaugusest.

Betoonipumba tootlikkus P arvutatakse järgmise valemiga:

$$P = 60 \frac{\pi D^2}{4} S_k n \cdot K_t \approx 47 D^2 S_k n K_t \text{ m}^3/\text{h,}$$

kus D - kolvi läbimõõt m;

S_k - kolvi käigu pikkus m;

n - kolvi käikude arv minutis;

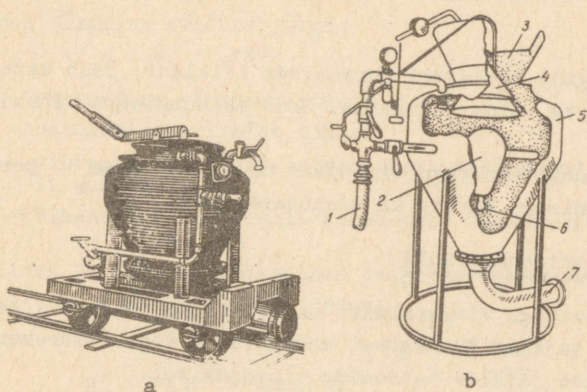
K_t - pumba töökambriga täitmise koefitsient, ligikaudu 0,6 - 0,9.

Koefitsiendiga K_t arvutatakse töökambriga mittetäielikku täitmist, kuna töökambrisse imetakse koos betooniseguga ka õhku. Sealjuures on pumbaklapid reguleeritud nii, et klappide ja silindrikere vahele jäävad pilud ning osa betoonisegust pääseb neist läbi, vähendades tootlikkust.

Ajakohaste betoonipumpade võimsuseks võib orienteeruvalt arvestada 1 - 1,4 kW tootlikkuse kohta 1 m³/h.

Elkäsitletud kolbpumpadel on järgmised põhilised puudused: keeruline konstruktsioon; palju liikuvaid osi, mis raskendavad ekspluateerimist ning mille tõttu detailid sageli murduvad; tootlikkust pole võimalik reguleerida ega katkestada tööd täidetud torustiku korral; torustiku puhastamine on keeruline; betooni on võimalik välja lasta ainult torustiku otsast; pumba ülevalt täitmise tõttu on vaja estakaadi.

Viimasel ajal on paljudes maades (Tšehhoslovakkia, Inglismaa jt.) kasutusele võetud pneumo-betoonipumbad (joon. 43), kus eeltoodud puudused palju vähem tunda annavad.



Joon. 43. Pneumo-betoonipump: a - üldvaade; b - konstsruurtsioonide skeem. 1 - suruõhu torustik; 2 - suundkoonus; 3 - lehter; 4 - koonussulgur; 5 - mahuti; 6 - pihusti; 7 - betoonitorustik.

Mahutisse 5 suunatakse betoon läbi leetri 3 ning suletakse seejärel koonussulguriga 4; siis suunatakse toru 1 kaudu mahutisse suruõhk rõhuga 5-6 at. Suruõhu toimel surutakse betoon betoonitorustikku 7 ja viimase kaudu tarvitamiskohale. Betoonisegu paremaks juhtimiseks torusse 7 ning ummistuste vältimiseks on mahutisse asetatud suundkoonus 2 koos suruõhupihustitega 6. Betoonitorustiku lõppu asetatakse väljalaadimispunker, mis hõlbustab betoonisegu sujuvat väljatulekut ning eemaldab transpordil betoonis oleva õhu.

Suruõhu betoonipump transpordib betoonisegu annuste kaupa ning seepärast saab sellise pumba tööd igal ajal katkestada; tema puhastamine on lihtne; elektrienergia kulu aga võrdlemisi suur.

III. TSEMENTBETONISEGU TIHENDAMISE SEADMED

Et tagada teekattel normaalset liiklust, peab kate olema küllalt tugev, tihe ja tasane. Seda saavutatakse tihendamisega.

Tsementbetoonisegu tihendamisel kasutatakse peamiselt vibromehhanisme, harvem ka vaakuumseadet.

1. Vibromehhanismid

Betoonisegu vibreerimist hakati laialdaselt kasutama käesoleva sajandi 30-ndatest aastatest alates. Vibromenetlust rakendatakse jäikade betoonide tihendamisel.

Vibreerimisel asetatakse vibromehhanism kas vibreeritava betoonisegu pinnale või sisse, millega pannakse betoonisegu osakesed suure sagedusega võnkuma. Selle tagajärjel väheneb tunduvalt üksikute osakeste vaheline nakke- ja hõõrdejõud, osakesed saavad suure liikuvuse ning betoonisegu muutub tikotropseks, s.o. vibreerimise ajal ajutiselt voolavaks. Vibreerimisel muutub betoon tihedaks, sest betoonisegu osakesed paiknevad üksteise suhtes tihedalt. Vibrotihendamisel mõjuvad nii sise- kui ka välisjõud. Sisejõudude hulka kuuluvad betoonisegu osakeste vaheline hõõrde- ja nakkejõud ning osakeste omakaal. Välisjõududeks on inertsjõud ning vaadeldaval osakesel lasuva betoonisegu kihi omakaal.

On vibreerimisega tekitatud naaberosakeste inertsjõudude vahe suurem kui nendevahelised hõõrde- ja nakkejõud, rebitakse osakesed üksteisest lahti ja nad paigutuvad ümber. Sealjuures püüavad osakesed omakaalu ning pealmise kihi raskuse mõjul omandada kõige madalama asendi.

Osakeste inertsjõudu määratakse alljärgnevatel kaalutlustel. Sundvõngete puhul paigutuvad osakesed ligikaudu sinusoidi järgi, s.o.

$$x = a \cdot \sin \omega t,$$

kus x - paigutus; t - aeg; a - võnkeamplituud; ω - nurksagedus.

Võnkeamplituud a ei ole kogu tihendatava kihi paksuse ulatuses püsiv suurus, vaid väheneb võnkeallika kauguse suurenemisel järgmise seaduse järgi:

$$a = a_0 \cdot e^{-\gamma h},$$

kus a_0 - vibraatori võnkeamplituud;

e - naturaallogaritmi alus;

h - vibraatori ja vaadeldava punkti vahekaugus vertikaalsuunas;

γ - tihendatava materjali omadustest sõltuv koefitsient.

Kiirus ja kiirendus saadakse paigutuse esimesest ja teisest tuletisest nurksageduse suhtes:

$$x' = a\omega \cos \omega t$$

ja
$$x'' = -a\omega^2 \cdot \sin \omega t.$$

Osakese massi m inertsjõud

$$I = -m a \omega^2 \sin \omega t.$$

Järelikult on osakeste suhteline paigutus seda suurem, mida suurem on naaberosakeste masside vahe ning mida väiksem on osakestevaheline hõõrde- ja nakkejõud. Seetõttu suuremad osakesed, millel on ka suurem mass ja suurem inertsjõud, raputatakse naaberosakestest kõige enne lahti ning neil on võimalik liikuda suhteliselt kõige pikem teekond ning jõuda seega kõige enne madalatesse kihtidesse. Kestvamal vibreerimisel võib betoonisegu kihistuda. Et kihistumist vältida, tuleb vibreerimine lõpetada enne kihistumise algust momendil, kui suuremate osakeste vahed on täidetud väiksematega. Vibreerimisel tõrjutakse betoonisegust välja õhk ning liigne vesi ja betoonisegu saavutab maksimaalse tiheduse.

Betoonisegu vibreerimise optimaalseks kestuseks loetakse umbes 30 s. Välistunnustena märgivad vibreerimise lõppu tasane betoonisegu pind, selle vajumise lakkamine ja tsemendipiima ilmumine betoonisegu pinnale. Betoonisegu tihendamise efektiivsust määratakse betooni mahu jääva deformatsiooni suurusega.

Tsementbetoonisegude paigaldamisel ja tihendamisel kasutatakse põhiliselt vibromehhanisme. Vibreerimisega ei tõuse ainult betooni tihedus, vaid ka tugevus ning tema külma- ja kulumiskindlus. Peale selle on vibrobetoon vastupidavam õhus ja vees leiduvate kahjulikkude lisandite mõjutustele. Vibreerimine kiirendab ka betooni kivinemist, mille tagajärjel on võimalik betoneeritud konstruktsioone varem lahti rakestada. Ning lõpuks, vibraatori abil on võimalik paigaldada jääkaskid betoonisegusid ja sellega tsementi tunduvalt kokku hoida (10-20%).

Kõik ehitustel kasutatavad vibromehhanismid töötavad liikuvate masside inertsjõu kasutamise printsiibil (uuemate vibromehhanismide võngete arv ületab 15000 minutis, tavaliselt aga 3000 - 6000 minutis).

Vibromehhanismide liigitus:

1) betoonisegule võngete edasiandmise viisi järgi - pindvibraatorid (asetatakse tihendamisel betoonisegu pinnale), sisevibraatorid (asetatakse betoonisegu sisse) ja välisvibraatorid (kinnitatakse raketise külge);

2) inertsmasside liikumise iseloomu järgi - ringvõngetega ja suundvõngetega (otsevõngetega);

3) kasutatava energia järgi - elektriajamiga (elektromehaanilised ja elektromagnetilised), suruõhuajamiga ning sise-põlemismootoriga (ehitusel on levinumad elektromehaanilised vibromehhanismid):

4) vibrojõu toime järgi - suunatava ja suunamata toimega.

Viimasel ajal valmistatakse vibroseadmeid, mis üheaegselt vibreerimisega võivad rullida (vibrorullid), tampida või anda lööke. Tsementbetooniteekatte viimistlusmasinad vibreerivad ja tambivad tavaliselt üheaegselt.

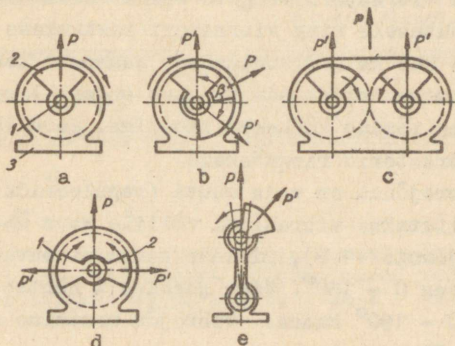
Vibromehhanismil on põhisadeks 1) vibraator; 2) tööpind, mille kaudu võnked vibreeritavale betoonisegule edasi antakse; 3) kere, mis koondab enesesse mootori ja ülekanded.

Iga vibromehhanismi tähtsamaks osaks on vibraator, mille põhiliseks ülesandeks on võrdlemisi suure sagedusega võngete tekitamine.

Võnkeid tekitatakse vibraatoris tavaliselt kahel viisil: ekstsentriliste raskuste, (debalansside) pöörlemisel või masside külgeval liikumisel. Ehituses on levinumad esimesel põhimõttel töötavad vibraatorid, s.o. tsentrifugaalvibraatorid.

Tsentrifugaalvibraatoreid valmistatakse ring- ja suundvõngetega. Viimased võivad olla ühevõllilised, kahevõllilised või pendeltüüpi. Konstruksioonilt on tsentrifugaalvibraatorid ekstsentrilised ja planetaarsed.

Ekstsentriliste tsentrifugaalvibraatorite põhiskeemid on esitatud joonisel 44.



Joon. 44. Ekstsentriliste tsentrifugaalvibraatorite põhiskeemid: a - lihtne ringvõngetega; b - sama reguleeritava vibrojõuga; c - kahevõlliline suundvõngetega; d - ühevõlliline suundvõngetega; e - pendeltüüpi; 1 - võll; 2 - ekstsentrik; 3 - kere.

Lihtne ringvõngetega vibraator (joon. 44 a) koosneb võllist 1, ekstsentrikust 2 ja kerest 3. Võll ühes ekstsentrikuga pannakse tavaliselt pöörlema kiilrihmajamiga või otse mootori võllilt. Viimasel juhul on ekstsentrik kinnitatud vahetult mootori võlli otsa.

Vibraatori kere on kinnitatud vibromehhanismi tööpinna konstruktsiooni külge.

Vibraatori võlli pöörlemisel koos ekstsentrrikuga tekib vibrojõud, mis võrdub ekstsentriku tsentrifugaaljõuga, s.o.

$$P = m r \omega^2,$$

kus m - ekstsentriku mass kg;

r - ekstsentriku raskuskeskme pöörlemise raadius cm;

ω - pöörlemise nurkkiirus (sagedus) 1/s;

Vibrojõud P muudab siin võlli iga täispöörde järel 360° võrra suunda, kuna selle jõu vertikaalkomponendi suurus muutub sinusoidi järgi valemi alusel

$$P_v = P \sin \omega t.$$

Sellise vibraatori võngete suund muutub vastavalt vibrojõu suuna muutusele ning vibraatori raskuskeske paikneb nii vertikaalses kui ka horisontaalses suunas. Vibraatori raskuskeskme liikumise trajektoor kujutab endast ligikaudu ringi, mille raadius võrdub võnkeamplituudiga. Järelikult tekitavad sellised vibraatorid ringvõnkeid.

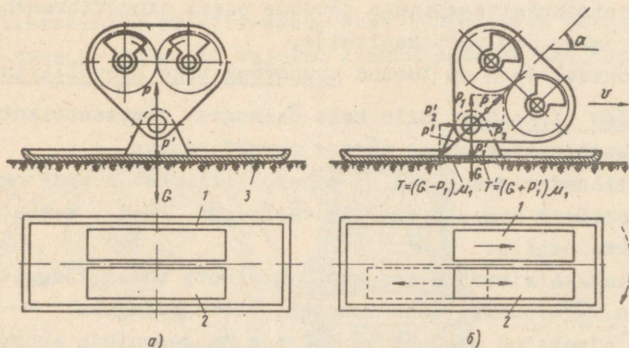
Kui vibrojõudu on vaja muuta (reguleerida) suurtes piirides, kinnitatakse vibraatori võllile kaks ühesugust ekstsentrikut (joonis 44 b), millede vahelist nurka β võib reguleerida piires $0 - 180^\circ$. Nagu jooniselt nähtub, käib nurga β muutmisega $0 - 180^\circ$ kaasas vibrojõu muutmine maksimaalsest suurusest $2 P^0$ kuni 0.

Joonisel 44 c on esitatud levinum vibraatori tüüp, s.o. suundvõngetega kahevõlliline vibraator.

Vastavalt esitatud skeemile pöörlevad kaks ühesugust ekstsentrikut võrdsete pöörlemiskiirustega vastassuunaliselt.

Vibrojõud, mis võrdub ekstsentrikut tsentrifugaaljõudude summaga, on suunatud ühes kindlas suunas (antud juhul vertikaalselt). Tsentrifugaaljõudude horisontaalsed komponendid tasakaalustuvad vastastikku. Seega on siin tegemist suundvõngetega.

Suundvõnkeid kasutatakse sageli vibroseadme teisaldamiseks. Joonisel 45 on näidatud vibromehhanismi teisaldumisseade. Kaks vibraatorit 1 ja 2 on kinnitatud plaadile 3 nii, et kumbagi võib plaadi suhtes mingi nurga all kallutada. Mõlema vibraatori kere telje vertikaalasendi puhul (joonis 45 a) on vibrojõud suunatud vertikaalselt ja vibromehhanism seisab paigal.



Joon. 45. Vibromehhanismi teisaldumisseadme põhimõtte-line lahendus: a - vibraatori telgede asend vertikaalne; b - vibraatori telgede asend kaldu; 1 ja 2 - vibraatorid; 3 - plaat.

Mõlema vibraatori telje kallutamisel nurga α võrra (joonis 45 b) paremale kaldub vibraatorite telgedega ühtiv vibrojõu suund samuti nurga α võrra ning tekib vibrojõu horisontaalkomponent P_2 , mis on suunatud paremale ja paneb vibromehhanismi samas suunas liikuma.

Jooniselt 45 b nähtub, et kui vibrojõu horisontaalkomponent P_2 on suunatud paremale, siis veojõud

$$T = P_2 - (G - P_1) \mu_1,$$

kus G - vibromehhanismi raskusjõud;

μ_1 - hõõrdekoefitsient vibromehhanismi tööpinna ja tihendatava betoonisegu vahel.

Kui aga horisontaalne vibrojõu komponent P_2 on suunatud vasakule, siis veojõud on palju väiksem ja nimelt

$$T' = P_2' - (G + P_1') \mu_1.$$

Tavaliselt $T' < 0$ ning mehhanism ei saa vasakule liikuda.

Kui kallutada üht vibraatorit ühele poole ning teist vastassuunas, siis vibrojõu horisontaalsed komponendid moodustavad horisontaaltasapinnas jõudude paari ning vibromehhanism pöörleb ümber oma vertikaaltelje.

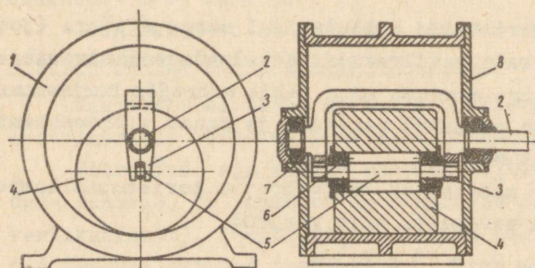
Joonisel 44 d on toodud suundvõngetega ühevõlliline ekstsentriline vibraator. Siin kaks ühesugust ekstsentrikut 1 ja 2 pöörlevad vastassuunas võrdse nurkkiirusega.

Sellised vibraatorid on kahevõllilistest suundvõngetega vibraatoritest kompaktsemad ja väiksemad, kuid keerulisema konstruktsiooniga.

Võimsate vibraatorite ekstsentrikute võlli laagrite koormused on väga suured tänu suurtele vibrojõududele.

Et nimetatud puudust kõrvaldada ja saavutada suuremaid võnkesagedusi, konstrueeriti planetaarsed vibraatorid.

Üks planetaarvibraatori tüüp on esitatud joonisel 46. Siin asendab ekstsentrikuid pöörlev massiivne silinder (si-



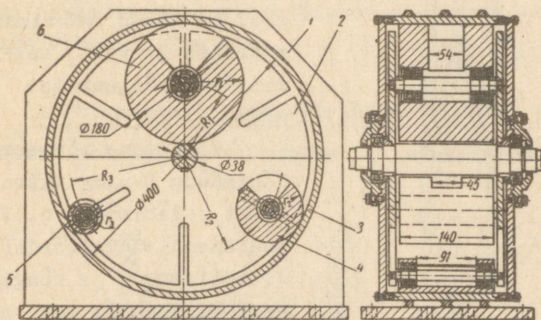
lindreid võib olla ka mitu), mis ringleb vibraatori kere silinderseina, 1 sisepinda mööda. Silindrit ajab ringi juhtvõllile 2 kinnitatud ajam 3.

Esitatud konstruktsiooni korral antakse pöörleva silindri tekitatud tsent-

Joon. 46. Planetaarvibraatori skeem: 1 - vibraatori silindersein; 2 - juhtvõll; 3 - ajam; 4 - pöörlev massiivne silinder; 5 - pöörleva silindri võll; 6 - silindri välli laager; 7 - juhtvõlli laager; 8 - kulgsein.

rifugaaljõud kogu suuruses edasi vibraatori kerele, mitte aga võlli 2 laagritele.

Joonisel 47 on kujutatud mitme silindriga mitmesageduslik planetaarvibraator (esitatud Klementjevi, Travini jt. poolt). Siin vibraatori kere 1 silinderseina sisepinda mööda ringlevad kolm eri massiga silindrit 4, 5 ja 6. Sellise vibraatoriga tekitatakse üheaegselt mitu (antud juhul kolm) vônkesagedust, mis tõstab tihendamise efektiivsust, sest tihendatava betoonisegu erineva massiga osakesed vajavad liikumiseks ka eri vônkesagedust.



Joon. 47. Mitmesageduslik planetaarvibraator: 1 - kere; 2 - ajam; 3 - silindersein; 4, 5 ja 6 - pöörlevad massiivsed silindrid.

kus ω_0 - ajami nurksagedus:

$\omega_1, \omega_2, \omega_3; r_1, r_2, r_3; R_1, R_2, R_3$ - silindrite nurksagedused, raadiused ning ringlemise raadiused.

Pöörlevate silindrite nurksagedused leitakse järgmiselt:

silinder 6:

$$\omega_1 = \omega_0 \frac{r_1}{R_1},$$

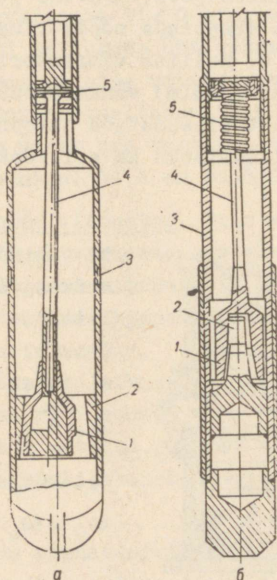
silinder 4:

$$\omega_2 = \omega_0 \frac{r_2}{R_2},$$

silinder 5:

$$\omega_3 = \omega_0 \frac{r_3}{R_3},$$

Joonisel 48 on kujutatud suure sagedusega (10000 - 14000 vônget minutis) planetaarsed sisevibraatorid. Neid valmistakse kaht põhilist tüüpi - välisjooksuga ning sisejooksuga.



Joon. 48. Planetaarsed sisevibraatorid: a - välisjooksuga; 1 - vibroelement; 2 - rõngasrada; 3 - kere; 4 - varbvõlli; 5 - šarniirmuhvi; b - sisejooksuga; 1 - vibroelement; 2 - tapprada; 3 - kere; 4 - varbvõlli; 5 - vedrumuhv.

Välisjooksuga vibraatoritel (joon.48 a) pan-

nakse varbvõlli 4 otsa kinnitatud vibroelement 1 elektrimootori abil šarniirmuhvi 5 kaudu ringlema. Alguses ringleb vibroelement veidi aega õhus, siis, kaldudes tsentrifugaaljõu tõttu vertikaalasendist kõrvale, hakkab ringlema rõngasrada 2 mööda.

Tähistame rõngasraja läbimõõdu D ning vibroelementi läbimõõdu d. Vibroelementi täispöörde (kui vibroelementi ja rõngasraja puutepunkt teeb rajal ühe täispöörde) ajal rõngasrajal pöörduv vibroelement oma telje ümber nurga φ võrra, mis saadakse järgmisest suhtest:

$$\varphi = \frac{\pi D - \pi d}{\pi d} = \frac{D - d}{d}.$$

Kuna vibroelementi täisring rõngasrajal annab vibraatori kerele ühe vônke, siis vôngete arvuks minutis n_m saame:

$$n_m = \frac{n_v}{\frac{D}{d} - 1},$$

kus n_v - varbvõlli pöörete arv minutis.

Sisejooksuga vibraatorites (joon. 48 b) ringleb õõnes vibroelement 1 ümber tappraja 2.

Analoogiliselt eelneva kaalutlusega saame vibraatori kere võngete arvuks minutis

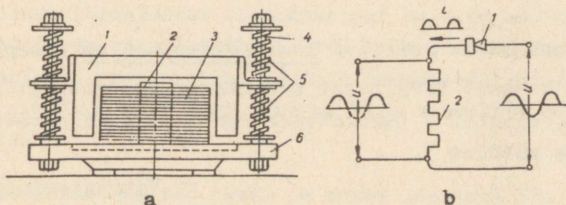
$$n_m = \frac{n_v}{1 - \frac{d'}{D'}}$$

kus D' - vibroelemendi õõnsuse läbimõõt;

d' - tappraja läbimõõt.

Nagu eeltoodud valemitest nähtub, võib D (D') ja d (d') suhte valikuga saada suure võnkesagedusega vibraatoreid, mis ongi planetaarsete vibraatorite peamiseks eeliseks ekstsentriliste vibraatorite ees.

Elektromagnetilise vibraatori (joonis 49) elektromagnet koosneb ankrust 1, südamikust 2 ja mähistest 3.



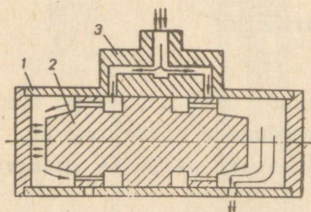
Joon. 49. Elektromagnetiline vibraator: a - konstruktsiooni skeem: 1 - ankur; 2 - südamik; 3 - mähis; 4 - polt; 5 - vedrud; 6 - alus; b - poolperioodalaldi skeem: 1 - elektriventil; 2 - takisti.

Kui juhtida mähisesse 3 elektrivoolu, tekib seadmes elektromagnetiline jõud, mis ületab vedrude 5 elastsuse ning tõmbab ankru 1 ja südamiku 2 teineteise ligi. Pulseeriva voolu juhtimisel mähisesse tõmbavad ankur ja südamik teineteist perioodiliselt ligi elektrivoolu pulseerimissagedusega.

Elektrivool hakkab pulseerima tavaliselt poolperioodalaldi (joon. 49 b) abil. Seega on seadmel elektriventil 1, mis

laseb voolu läbi ainult ühes suunas. Selle seadme ühefaasilisse vahelduvvooluvõrku lülitamise korral on võimalik saada ühesuunalist elektrivoolu.

Suruõhu kolbvibraator (joon. 50) koosneb silindrilisest kerest 1, milles liigub massiivne kolb 2.

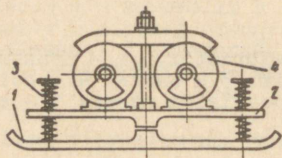


Joon. 50. Pneumo-kolbvibraator: 1 - kere; 2 - kolb; 3 - jaotuskarp.

Kere ja kolvi kanalite kaudu pääseb suruõhk silindris kord ühele, kord teisele poole kolbi ja paneb selle edasi-tagasi liikuma, andes kerele suundvõnkeid.

Olemasolevate pneumovibraatorite võnkesagedus minutis on 1500 - 3000, mida võib reguleerida sisseantava suruõhu hulga muutmise.

Joonisel 51 on esitatud löökvibromehhanism (Tsaplini süsteem), mis koosneb tavalisest suundvõngetega vibraatorist 4, vasarast 2, alasist 1 (asetatakse vahetult tihendatavale betoonile) ja vedrust 3.

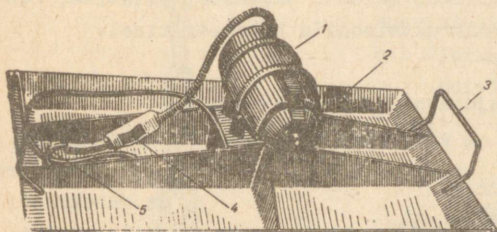


Joon. 51. Löökvibromehhanism: 1 - alasi; 2 - vasar; 3 - vedrud; 4 - vibraator.

Vibraatori töötamisel lööb iga või mitme võnke järel ülemine osa alasile. Löökvibraatori toime on tihendatavale betoonisegule lihtvibreerimisest tõhusam.

Joonistel 52 ja 53 on kujutatud pindvibraatorid. Esimest nimetatakse plaatvibraatoriks ja teist lattvibraatoriks (ka vibrolatik).

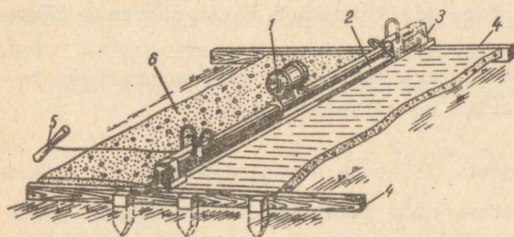
Plaatvibraatori põhiosadeks on vibraator 1 koos elektri-juhtmega 5 ja lülitiga 4, plaat 2 ühes sangadega 3.



Joon. 52. Plaatvibraator: 1 - vib-
raator; 2 - plaat; 3 - sangad; 4 - lüli-
ti; 5 - elektri juhe.

Lattvibraator erineb plaatvibraatorist rakenduspinna kuju ja mõõtmete poolest. Lattele on kinnitatud kaks või kolm vibraatorit. Lattvibraatorit on otstarbekas kasutada betoneerimisel kuni 4 m laiuste ribadena ning seal, kus on vaja saavutada eriti tastsast pinda.

Lattvibraatori töö skeem on antud joonisel 53.



Joon. 53. Lattvibraatori töö skeem:
1 - vibraator; 2 - latt; 3 - tugiosa; 4 -
aarelaud; 5 - kaepide; 6 - betoneeritav riba.

Töötamisel asetatakse vibraator vahetult tihendatavale betoonise-gule, kust teda pärast selle koha tihendamist (tihendamine ulatub kuni 25 cm sügavuse-ni) sangadest edasi libistatakse või tõstetakse.

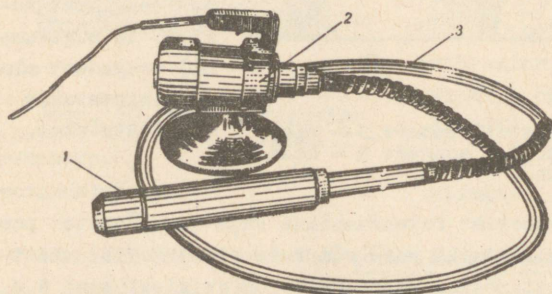
Lattvibraator teenindamiseks on vaja kaht töölist, kes teisel-davad vibraatori ühest kohast teise, kasutades selleks käepidemeid 5. Lõplikuks tihendamiseks on vaja ühel kohal soo-

ritada 1-3 käiku. Seadme vibraator valmistatakse ühes tükis mootoriga, milleks kasutatakse lühisrootoriga asünkronmootorit pingega 36 V.

Sisevibraatori tööelement (vibronui, vibrovarb, vibrotikk) asetatakse tihendatavasse betoonisegusse. Sisevibraatoreid kasutatakse massiivide, talade, sammaste, plaatide, vundamentide ja teiste konstruktsioonide betoneerimisel.

Joonisel 54 on kujutatud varbvibraator.

Tema põhiosadeks on vibrovarb 1, mootor 2 ja painduv võll 3



Vibrovarb

on vahetatav; neid valmistatakse läbimõõduga 50 ja 75 mm.

Vibrovarvas kasutatakse ka ekstsentrilist või planetaarset vibroelementi.

Painduva võlliga vib-

Joon. 54. Painduva võlliga varbvibraator: raatori mootorisse on konstrueeritud multiplikaator, mis võimaldab võlli pöördeid tõsta kuni 7000-ni minutis.

1 - vibrovarb; 2 - mootor; 3 - painduv võll.

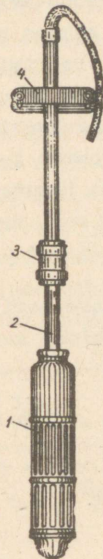
raatori mootorisse on konstrueeritud multiplikaator, mis võimaldab võlli pöördeid tõsta kuni 7000-ni minutis.

Varbvibraatoreid massiga kuni 40 kg on otstarbekas kasutada tiheda armatuuriga konstruktsioonides.

Nuivibraatori (joon. 55) tööelemendi läbimõõt on vibrovarva läbimõõdust suurem, mida tuleb tiheda armatuuri puhul arvestada.

Nuivibraatori põhiosadeks on vibronui 1, milles võib asuda ka mootor; vibronuiaga jäigalt ühendatud vars 2; amortisaator 3, mis vähendab vibratsiooni ülekandumist kätele, ning käepide 4, millest tööline vibreerimisel kinni hoiab ning juhib vibraatori tööd.

Nuivibraatori mass on kuni 32 kg.



Joon. 55. Nuivibraator:
1 - vibronui; 2 - vars; 3 - amortisaator; 4 - käepide.

Välisvibraatorit (joon.56)

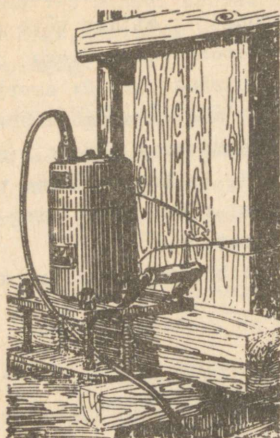
kasutatakse betooni tihendamisel õhukestes konstruktsioonides (õhukesed seinad, väikse ristlõikega sambad jt.).

Vibraatori teraskeresse on asetatud vibroelement, mis moodustab mootoriga ühe terviku. Vibraatori kere kinnitatakse haardeseadmetega raketise külge. Mootor võimsusega 0,4 kW, 2840 pööret minutis, ping 36 V.

Pind- ja sisevibraatorite tootlikkuse arvutamisel lähtutakse betoonisegu mahust, mis tihendatakse vibraatori ühelt positsioonilt, ja ajavahemikust, mis on vajalik selle betoonisegu tihendamiseks ning vibraatori ümberpaigutamiseks.

Pindvibraatorite tootlikkus määratakse valemiga

$$P = \frac{3600}{t_1 + t_2} \cdot F \cdot h \cdot K_a \text{ m}^3/\text{h},$$



Joon. 56. Elektromehaaniline välisvibraator.

- kus F - vibraatori tööpind m^2 ;
 h - tihendatava betoonikihi paksus m^2 ;
 t_1 - vibreerimise kestus ühel kohal;
 t_2 - vibraatori ümberpaigutamise kestus;
 K_a - aja kasutamise koefitsient, mis võetakse tavaliselt 0,85 - 0,90.

Sisevibraatorite tootlikkuse arvutamisel kasutatakse valemit

$$P = \frac{3600}{t_1 + t_2} \cdot \pi \cdot h \cdot R^2 \cdot K_a \cdot 0,65 \approx$$

$$\approx \frac{7200}{t_1 + t_2} \cdot R^2 \cdot h \cdot K_a \cdot m^3/h,$$

kus R - vibraatori tegevusraadius m ;

0,65 - koefitsient, mis arvestab vibraatori tegevustsoonide ülekatet.

Vibraatori tegevusraadius R sõltub vibraatori parameetritest (amplituud, võnkesagedus, võimsus, kere läbimõõt), betoonisegu omadustest, samuti ka vibreerimise kestusest (R suureneb teatava piirini koos vibreerimise kestuse suurenemisega). Eri tegurite mõju R -ile on keeruline ning kuni tänini pole see arvutustega täpselt määratav. Seetõttu kasutatakse eksperimentaalsel teel saadud R tähendusi käsiraamatutest.

Vibraatorite põhiliste parameetrite hulka kuuluvad: võnkesagedus, võnkuvate osade kaal, vibrojõud ja mootori võimsus.

Nagu kogemused näitavad, on vibraatori parameetritel oma optimaalne suurus, mille juures vähima energiakuluga saavutatakse maksimaalne tihenemine.

Eelnimetatud parameetrite täpse arvutamise viis pole veel küllaldaselt läbi töötatud ning seetõttu määratakse neid

tänini vastavates käsiraamatutes toodud katseandmete alusel.

Vibraator tuleb valida vastavalt betoneeritava konstruktsiooni mõõtmeile, armatuuri tihedusele, tempole jne. Töötamisel tuleb rangelt täita vibraatori kasutamiseeskirju, samuti ka üldisi ohutustehnika eeskirju.

On kindlaks tehtud, et sõltuvalt võnkesagedusest ja amplituudist võib vibreerimine mõjuda inimorganismile kahjulikult, s.o. esile kutsuda vibrohaiguse. Seepärast tuleb vibroseadmetel ette näha vastav vibroisolatsioon, mis takistab kahjuliku vibratsiooni ülekandumist inimorganismile.

Järgmises tabelis on esitatud perspektiivsete pind- ja sisevibraatorite põhilised parameetrid.

N ä i t a j a	Elektrimootori võimsus kW					
	0,27	0,40	0,60	0,80	1,10	1,50
Maksimaalne vibratsioonid N	2000	4000	8000	16000	25000	30000
Mass kg	$\frac{12}{15}$	$\frac{20}{24}$	$\frac{32}{35}$	$\frac{80}{85}$	$\frac{105}{115}$	$\frac{125}{140}$

M ä r k u s; lugejas on näidatud ringvõngetega, nimetas suundvõngetega vibraatorite mass.

Kõik perspektiivsed vibraatorid kavatakse valmistada nii ring- kui suundvõngetega, toitevoolu pingega 220/380 V ja sagedusega 50 Hz, seejuures vibraatoreid võimsusega kuni 0,6 kW kavatakse konstrueerida ka pingega 36 V. Kõigi vibraatorite võnkesageduseks on projekteeritud 2800 võnget minutis.

Perspektiivsete vibraatorite hulka kuuluvad kolme tüüpi sisevibraatorid: planetaarsed kõrgsagedusega suruõhu käsivibraatorid (3500 - 20 000 võnget minutis); planetaarsed kõrgsagedusega painduva võlliga käsivibraatorid (3000 - 20 000 võnget minutis); elektromehaanilised vibraatorid (750 - 10000 võnget minutis), sh. kahte liiki rippvibraatorid, mis võivad töötada üksikult või pakatina 5...20 kN tõstejõuga kraana konksu küljes.

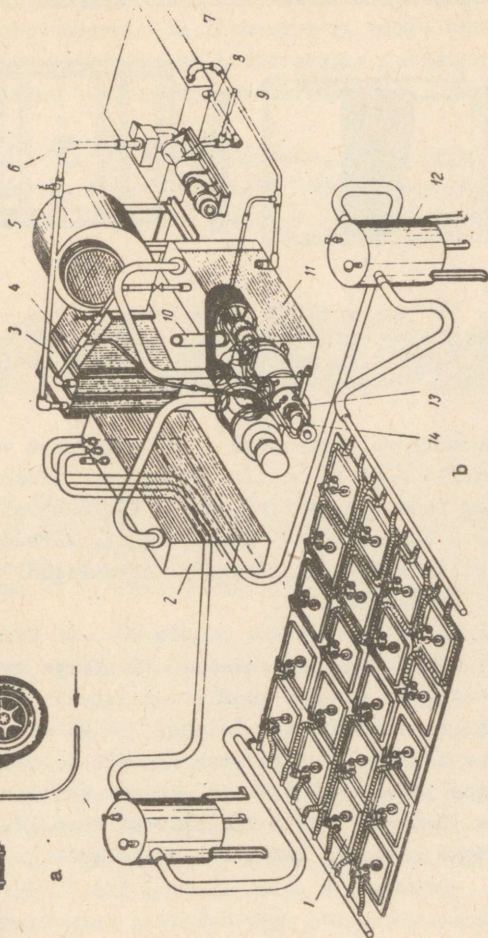
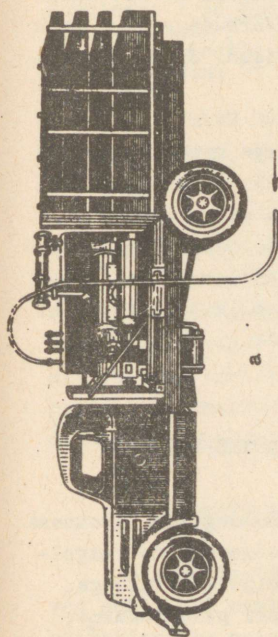
2. Vaakuumseadmed

Et anda betoonisegule vajalik sisemine liikumine ning suurendada tema töödeldavust, lisatakse talle 2 kuni 2,5 korra rohkem vett, kui seda on vaja betooni kivinemise normaalseks kulgemiseks. Liigne vesi aeglustab kivinemist ja aurates muudab betooni pooremaks ning nõrgemaks. Liigse vee eemaldamiseks betoonisegust pärast tema paigaldamist kasutatakse vaakumseadmeid.

Vaakuimeerimisel asetatakse vaakumkilbid tihendatavale betoonisegule ning imetakse vee-õhu segu vaakumseadme abil sealt välja. Väljaimetud vesi eraldub õhust seadme vastavates veeanumates, puhastatud õhk aga juhitakse atmosfääri.

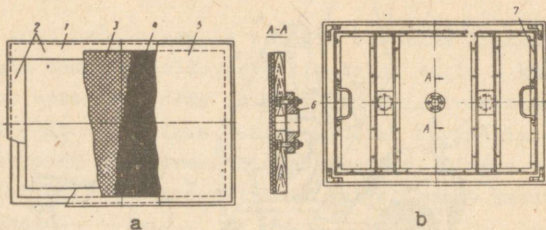
Joonisel 57 on esitatud teisaldatav vaakumseade (on ka paigalisi vaakumseadmeid). Tema põhiliseks agregaadiks on automootori jõul töötav rootorpump õhuhõrenduse tekitamiseks.

Joonisel 57 b on näidatud vaakumseadme skeem. Elektrimootori 13 jõul töötava vaakumpumba 14 abil betoonisegust väljaimetud õhk ühes veeaurudega suundub vaakumkilpide siseruumi 1 ning sealt läbi veekogumise anumate 12 ja ressiivri 2 (kus õhk veeaurudest ja tsemendiosakestest lõplikult puhastatakse) vaakumpumba 14 kaudu läbi paagi 11 ja väljalasketoru 10 atmosfääri. Seadmel on jahutusvee varupaak 7. Varupaagist pumbatakse soojenenud vesi tsentrifugaalpumba 9 abil torude 8 ja 6 kaudu kalorifeeridesse 3, kus vesi jahutatakse ventilaatori 5 toimel tsirkuleeriva jaheda õhuvooluga; toru 4 kaudu voolab vesi paaki 11. Seega kalorifeerides jahutatud vesi, voolates paaki 11 altpoolt, surub soojenenud vee üles, mis torustiku kaudu jällegi varupaaki satub ning sealt uuesti kalorifeeridesse, moodustades nii tsirkuleeriva kinnise ringi.



Joon. 57. Vaakumseadme skeem; a - teisaldatav vaakumseade; b - vaakumseadme skeem.
 1 - vaakumkilp; 2 - ressiiver; 3 - kalorifeen; 4 - veetõru; 5 - ventilaator; 6 - survetõru;
 7 - varupaak; 8 - veetõru; 9 - tsentrifugaalpump; 10 - väljalasketõru; 11 - veepaak; 12 - vee-
 kogumise snunad; 13 - elektrimootor; 14 - vaakumpump.

Vaakuumkilbi konstruktsioon on näidatud joonisel 58.



Joon. 58. Vaakuumkilbi konstruktsioon: a - altvaade; b - pealtvaade. 1 - veekindel vineer; 2 - kummist tihendusriba; 3 - hõre traatvõrk (6 mm), 4 - tihe traatvõrk (1 mm); 5 - filtrikiht; 6 - flanš; 7 - jäigastusraam.

Vaakuumkilp valmistatakse 10 mm paksusest veekindlast vineerist, mille äärtele on kleebitud 3 cm laiused alt kummiga pealistatud samast vineerist ribad. Vaakuumruum on alt kaitsitud hõreda 3 ning tiheda 4 traatvõrguga. Võrkude peal asub flanš 6, mille külge kinnitatakse imivoolikud. Kilpi on tugevdatud jäigastusraamiga 7.

Õhuhõrendus tekitatakse kilbis $60 \dots 80 \text{ kN/m}^2$ (450 - 600 mm Hg). Vaakuumeerimise kestus määratakse katseliselt; ta sõltub põhiliselt betooni konsistentsist ja vaakuumeeritava betoonikihi paksusest ning võetakse 7 - 25 min.

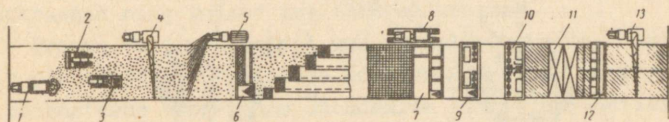
Katsed näitavad, et imemise sügavus betoonis 7 min. vaakuumeerimise järel on 8 - 10 cm, kauema kestuse korral aga kuni 20 cm. Seejuures võib väljaimetav veehulk tõusta kuni 15 - 20% kogu betoonis leiduvast veehulgast.

IV. TSEMENTBETOONTEEKATETE EHTAMISE MASINAD

Tsementbetoontekatete ehitamise tehnoloogiline protsess kulgeb järgmiselt: teealuse ehitamine, roobasvormide paigaldamine koos nende altoppimisega ja sisekülje määrimisega, immutatud rullmaterjali laotamine, armatuuri paigaldamine,

betonisegu laotamine teealusele, selle tihendamine ja viimistlemine, temperatuurivuukide lõikamine ja nende täitmine, paigaldatud värske betooni eest hoolitsemine (niisutamine, emulsiooni pritsimine teepinnale, kastmine) ja roobasvormide eemaldamine.

Kogu see tehnoloogiline protsess, välja arvatud rullmaterjali laotamine, kulgeb masinate komplektiga (joon. 59), kuhu põhimasinatena kuuluvad: teealuse profileerimismasin 6,



Joon. 59. Tsementbetoonteekatete ehitamise masinate komplekt: 1 ja 8 - kallurid; 2 - buldooser; 3 - rull; 4 ja 13 - kraanad; 5 - kastetsistern; 6 - profileerimismasin; 7 - betoonilaoti; 9 - tihendus-viimistlusmasin; 10 - vuukide lõikemasin; 11 - tent (varikatus); 12 - emulsiooni pritsimisseade.

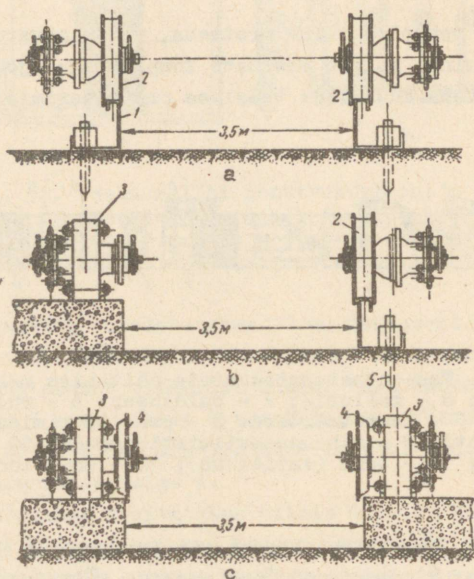
betoonilaoti 7, teekatete tihendus-viimistlusmasin 9 ja temperatuurivuukide lõikemasin 10 ühes vuukide täitmisseadmega.

Peale selle kasutatakse veel järgmisi abivahendeid: buldoosereid ja autogreidereid; rulle liivast teealuse kinnirullimiseks; kallureid liiva ja betooni veoks; autotsisterne betooni kastmiseks; teisaldatavaid tente betooni kiire kuivamise vältimiseks; mehhanisme vuukide puhastamiseks ja täitmiseks ning emulsiooni pritsimiseks; roobasvorme, autokraanasid (noolkraanasid) roobasvormide paigaldamiseks ja standardseid pneumoinstrumente nende ülesvõtmiseks.

1. Roobasvormid ja nende paigaldid

Kõik tsementbetoonteekatete ehitamise komplekti kuuluvad põhilised masinad liiguvad erilistel roobasvormidel, mis on ühtlasi ka paigaldatava betoonisegu vormideks. Joonisel 60

on esitatud nende masinate vahetatavad rattad ühe- või mitme-
ribalise teekatte betoneerimisel.



Joon. 60. Tsementbetoonteekatete ehitamise põhiliste masinate vahetatavad rattad ja roobasvormid: a - masin liigub kahel roobasvormil; b - masina üks ratas liigub roobasvormil ja teine teekattel; c - masina mõlemad rattad liiguvad teekattel (laiade teede ja väljakute betoneerimisel). 1 - roobasvorm; 2 - sarristega ratas; 3 - siledad rattad; 4 - tugirattad; 5 - roobasvormi kinnitustikk.

Roobasvormid 1 paigaldatakse hästi tihendatult liivaaalusele ning kinnitatakse põikinõukumiste vastu liivasse löödud kinnitustikkude 5 abil. Suure raadiusega kõverustele asetatakse sirged, väikese raadiusega kõverustele aga painutatud roobasvormid.

Masinate komplekti kuulub 1600 m roobasvorme üldmassiga 73,1 t. Iga lüli pikkus on 4 m ja mass 183 kg.

Roopapaigaldi D-247 kujutab endast neljal rattal roobasvormidel iseliikuvat noolkraanaga ja mootoriga seadet. Noolkraanaga tõstetakse roobasvormende paigaldamisel ja eemaldamisel.

Tsementbetoontekatete ehitamise masinate komplekti kuulub kaks roopapaigaldit D-247. Esimesega tõstetakse roobasvormid autolt ning paigutatakse selleks ettevalmistatud liivaalusele, kuna teisega eemaldatakse nad pärast betooni tardumist ning laaditakse veoautole järjekordseks kasutamiseks. Roopapaigaldeid enam ei valmistada, neid asendavad esialgu autokraanad ning teised iseliikuvad kraanad.

Praegu on juurutamisel uus täiuslikum masin, millega võib planeerida ja tihendada roobasvormi alust ning paigaldada roobasvorme koos nende ühendamise ning kinnitustikkude siselöömisega. Selleks on masinal vibrotihendi ja planeeriija, vastavad haardid ning elektrivasar. Kõik need seadmed on monteeritud traktorile.

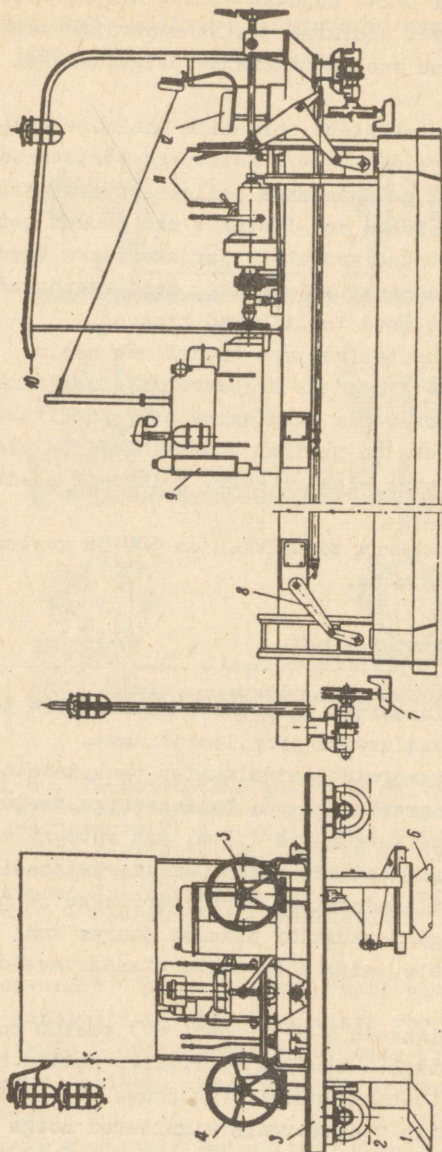
Masina orienteeruv tootlikkus on 500 jm roobasvormi (ühete niitipidi) vahetuses.

2. Profileerimismasinad

Profileerimismasinat (joon. 61) kasutatakse tsementbetoontekatte liivaaluskihi profileerimiseks.

Pärast roobasvormide paigaldamist tasandatakse ja profileeritakse autogreideriga või buldooseriga teeküna põhi, siis veetakse kalluriga teekünasse liiva, mis autogreideriga või buldooseriga laiuli aetakse ning profileerimismasinaga profileeritakse ja tihendatakse. Profileeritakse ja tihendatakse masina 1 - 2 käiguga aluskihi paksuse juures kuni 300 mm. Aluskihi tiheduse aste, mida mõõdetakse standardmeetodi abil, peab olema 0,95.

Profileerimismasin D-345 (joon. 61) toetub roobasvormidele 7 nelja rattaga 2 ning on iseliikuv. Rattad on vahetatavad vastavalt töötingimustele (vt. joon. 60). Tööorganiks on masinal profiilkilp 1 alaservale kinnitatud noaga ja tihenduspruss 6, millede kõrgus küna põhjast on tõstemehhanismide 8 abil reguleeritav juhtrataste 4 ja 5 abil.



Joon. 61. Profileerimismasin D-345: 1 - profiililikilp; 2 - ratas; 3 - pearaam; 4 ja 5 - tõstemehhanismi juhtrattad; 6 - tihenduspruss; 7 - roobasvorm; 8 - tõstemehhanism; 9 - mootor; 10 - varikate; 11 - juhtkangid; 12 - operaatori iste.

Tihenduspruss kujutab endast karbikujulise ristlõikega tala, millele on monteeritud 3 kuni 6 vibraatorit koos võllide ja muhvidega. Kasutades tõstemehhanisme võib aluskihti profileerida ja tihendada ühe või kahepoolse kaldega või tõsta prussi transpordiasendisse.

Masinal on mootor 9, mis käitab veorattad 2, vibraatorid ning generaatori. Viimane annab valgustusseadmetele elektrienergiat.

Kõik masinaosad on monteeritud pearaamile.

Masinat teenindab üks operaator varikattega 10 kaitstud istmelt 12, mille ees on juhtkangid 11.

Profileerimismasin võib aluskihti profileerida ja tihendada 3,5; 5,0 ja 7,0 m laiuselt, 7 m laiuse tee puhul on võimalik nii lame- kui ka kahekaldeline profiil, kuna 3,5 ja 5,0 laiuse tee puhul ainult lame profiil. Kahekaldelise profiili saamiseks vahetatakse ainult kilbi nuga. 7,0 m laiuse teeriba ehitamisel koosneb masina pearaam 3 kolmest sektsioonist, 5,0 m laiuse tee puhul keskmine 3,5 m laiune sektsioon vahetatakse 1,5 m laiuse vastu; 3,5 m laiuse tee puhul keskmine sektsioon eemaldatakse ning kaks äärmist sektsiooni polditakse vahetult kokku. Vastavalt asendatakse ka tööorganid.

Perspektiivse profileerimismasina põhilised parameetrid:

profileerimise laius m	3,5 - 7,0,
mootori võimsus kW	18...22,
mass kg	570,0.

3. Tsementbetoonisegu laotid

Tsementbetoonisegu laotid kujutavad endast roobasvormidel iseliikuvaid masinaid, mis võtavad transpordivahenditest segu vastu, laotavad nõutavas paksuses teele ning tasandavad.

Olenevalt töö iseloomust ning tööorgani konstruktsioonist jagunevad laotid: a) perioodilise ja pideva toimega laotiteks; b) punkriga, teoga või labaga laotiteks; c) püsiva ja muutliku laotamislaeusega laotiteks.

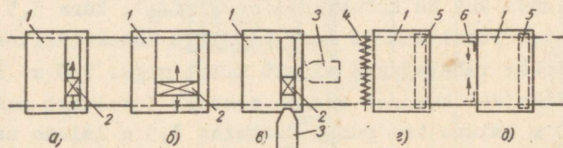
Punkerlaotid töötavad tsükliliselt: iga järgnev segu hulk laotatakse pärast eelneva hulga paigaldamist.

Pideva toimega laotid (teoga, labaga) jaotavad ja tasan-
davad ehitatava teekatte aluskihile asetatud betoonisegu.

Nimetatud laotid on suure tootlikkusega, kuid nõuavad
täpset tööde organiseerimist: masinale etteantava betoonise-
gu hulk peab täpselt vastama antud teekatte laiuselt ja paksu-
selt tulenevale mahule.

Puudusena tuleb märkida sedagi, et laotile betoonisegu et-
teandmiseks peavad autod sõitma liivaaluskihile ja rikuvad
seda. Kui aluskiht on üle 20 cm paks, siis muutub autode sõit
aluskihile praktiliselt võimatuks.

Joonisel 62 on esitatud levinumaid laotite tüüpe.

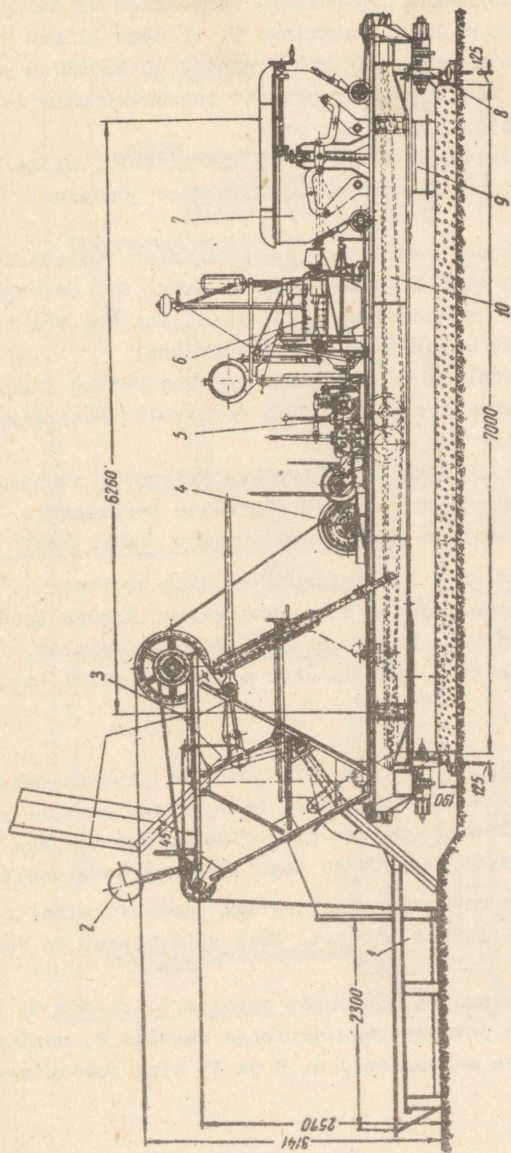


Joon. 62. Tsementbetoonisegu laotite tüüpe: a - kõrgel
asuva punkriga punkerlaoti; b - madalal asuva punkriga pun-
kerlaoti; c - laadimiskopaga (küljel või keskel) punkerlaoti;
d - tigulaoti; e - kraaplaoti.

NSV Liidus on levinumad laadimiskopaga punkerlaotid, ku-
na tigulaoteid kasutatakse rohkem USA-s. Ameerika eriteadlas-
te arvates tõstab täiendav segamine teepinnal, mida tehakse
tigulaotite puhul, ehitatava teekatte kvaliteeti.

Mõni laotitüüp võimaldab muuta laotamise laiust kas va-
hetükkide lisamise või eemaldamise teel või projekteerides raa-
mi teleskoopilisena.

Laadimiskopaga punkerlaoti (D-181 A joon. 63) kujutab en-
dast neljal rattal 8 liikuvat masinat kõrgel asuva punkriga 7.
Pearaamile 10 on monteeritud laadimiskopp 1, laotuspunker 7
ja masina juhtkangid.



Joon. 63. Laadimiskopaga punkerlaoti D-1E1 A: 1 - laadimiskopp; 2 - stoppsignaalseade; 3 - kopa tõstemehhanismi tugiferm; 4 - kopa tõstevints; 5 - kaigukast; 6 - mootor; 7 - laotuspunker; 8 - rattad; 9 - kihi paksuse reguleerimise raam; 10 - pearaam.

Laoti töö seisneb järgmises: kalluritega kohaleveetud ja laadimiskoppa kallutatud betoonisegu tõstetakse vintsi 4 abil üles ning laaditakse laotuspunkrisse 7. Viimane liigub piki raami 10 ning laotab segu vastavas laiuses ja nõutavas paksuses põikribadena üle tee. Kihi paksust reguleeritakse laotuspunkri alla kinnitatud eriraami abil.

Punkrit teisaldatakse trossi ja vintsi abil, mille ajam lülitatakse punkri äärmistesse seisunditesse jõudmisel automaatselt välja.

Pearaami neljast rattast on kaks tagumist veorattad, mille ajam võimaldab neil liikuda eri kiirusega. See on vajalik masina liikumisel tee kõverustel või siis, kui ühe või teise veoratta liikumist mingil põhjusel häiritakse.

Kõigil ratastel on kraabid, mis hoiavad rattad kleepuvast segust puhtad. Rattaid võib vahetada vastavalt töötingimustele (vt. joon. 60).

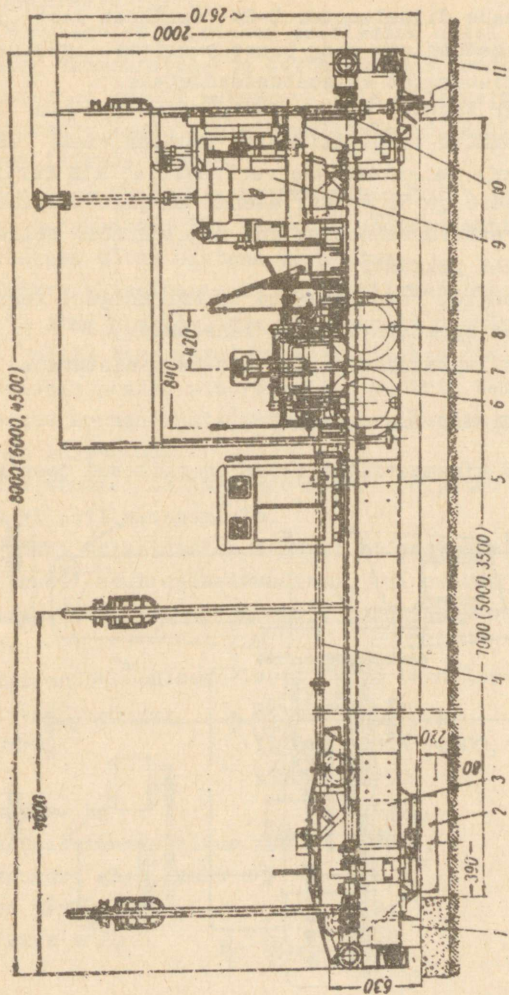
Laadimiskopp kinnitatakse ülemises seisundis stoppsignaalseadmega 2, mis näitab ohutut läbisõitu teepeenral.

D-181 A-ga sarnaneb tsementbetoonisegu laoti D-181 B, erinedes eelmisest vaid laadimiskopa asukoha poolest: see paikneb masina keskel. Seetõttu peavad kallurid kopa laadimiseks teealusele sõitma. Peale selle on D-181 B madalam, mis võimaldab tal tänavatel töötada õhus asuvate elektrijuhtmete all.

Tsementbetoonisegu laoti D-375 (joon. 64) kuulub madalal asuva punkriga punkerlaotite hulka. Betoonisegu antakse vahetult punkrisse küljekallutusega kalluritest. Tee teljega põiki liikuvast punkrist laotatakse segu ribadena teealusele.

Laoti kujutab enesest neljal rattal roobasvormidel (või teekatte äärtel) liikuvat masinat. Kõik neli rattast on veorattasteks.

Masinal on järgmised põhiosad: pearaam 3, mootor 9, laoti punker teekatte paksuse reguleerimise raamiga 2, masina ja punkri teisaldamise mehhanismid 6, 8 ja 11 ning juhtimiseadmed 5.



Joon. 64.

tsementbetoonisegu laoti D-375: 1 - ratas; 2 - punker ühes teekatte pakuse regu-
leerimise raamiga; 3 - pearaam; 4 - völli; 5 - juhtklip; 6 ja 8 - punkri teisaldamise
vintsi trumlid; 7 - operatori iste; 9 - mootor; 10 - tugipost; 11 - punkri teisaldamise
trossi plokid.

Laotamise normaalseks laiuseks on 7 m, kuid seda võib muuta 5 ja 3,5 m peale, asetades pearaami 3 põikitaladesse lühemad vahetükid.

Laoti jõuseade diiselmootor D-24 teenindab laoti ja punkri teisaldamise mehhanisme ning paneb pöörlema generaatori, mis annab elektrienergiat valgustusseadmetele.

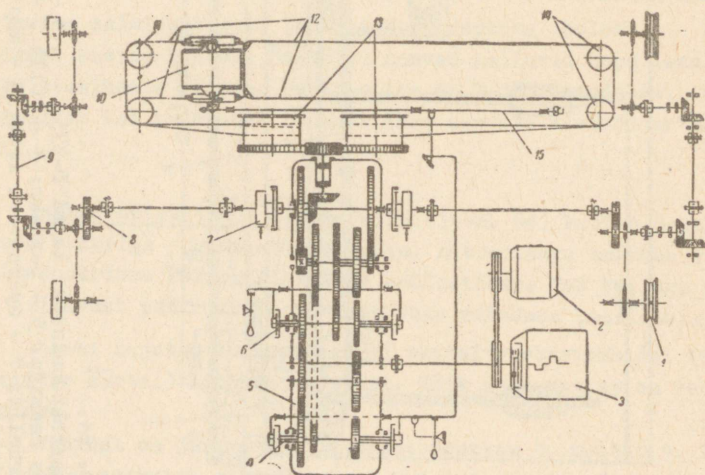
Laotuspunker kujutab endast tüvipüramiidi, mis liigub nelja rattaga vankril laoti liikumise suunaga risti asuvatel roobastel. Punkrit teisaldatakse vectrossiga, mis keritakse vintsi trumlitele 6 ja 8. Punkri asendi kõrgust teeluse suhtes võib muuta vastava mehhanismiga, reguleerides sellega laotatava betoonikihi paksust.

Kõik juhtkangid, välja arvatud punkri kõrgust reguleeriv juhtratas, asuvad operatori istme läheduses.

Betoonisegu laotatakse põiki üle tee ulatuvate 2,4-m ribadena.

Laotit teenindab üks operاتور.

Laoti D-375 kinemaatiline skeem on esitatud joonisel 65.



Joon. 65. Laoti D-375 kinemaatiline skeem: 1 - tagumised rattad; 2 - generaator; 3 - mootor; 4 - vintsi trumlite rewersvõlli; 5 - kaigukast; 6 - laoti rewersvõlli; 7 - ühendusmuhv; 8 - hammussulekanne; 9 - võlli; 10 - laotuspunker; 11 ja 14 - suundplokid; 12 - tross; 13 - vintsitrumlid; 15 - peatusvarras.

Nagu kinemaatilisest skeemist nähtub, on mootor 3 elast-
se siduri kaudu ühenduses käigukastiga 5 ning kiilrihmajami
kaudu generaatoriga 2.

Käigukastist 5 antakse pöörlemine edasi ühtlustussiduri-
te 7 ning hammasratas- ja kettajamite 8 kaudu tagumistele, s.o.
veoratastele; samuti reverssvõllile 4 ja käigukastis asuvate
hammasrataste kaudu vintsitrumlitele 13, millede pöörlemisega
pannakse liikuma punker.

Ühendusmuhvide 7 konstruktsioon hoiab ära teisaldusmeh-
hanismi purunemise, kui veoratta pöördemoment peaks jubusli-
ku takistuse tõttu ületama arvutatava.

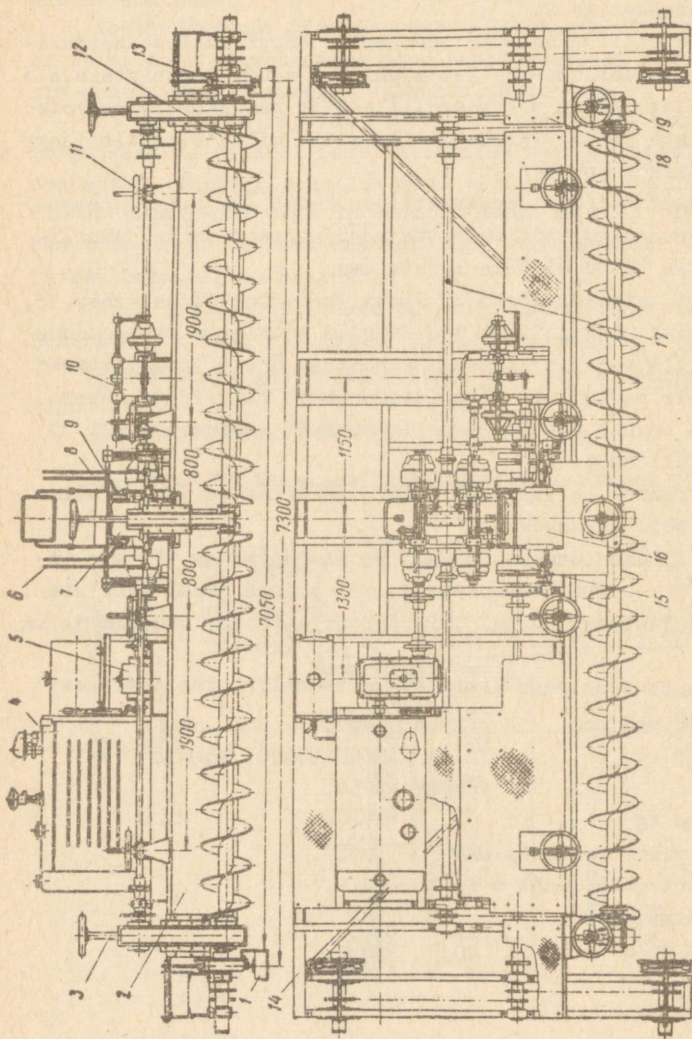
Punkri teisaldamiseks on laotil kahetrumliline vints 13,
tross 12 ning plokid 11 ja 14. Trumlid pöörlevad vastassuuna-
liselt, mille tagajärjel tross keritakse ühelt trumlilt maha
ning teisele peale, mis võimaldab punkrit teisaldada ühes
või teises suunas vastavalt sellele, kuidas reverssvõlli 4
sidur on lülitatud.

Üks trummel lülitatakse sisse ja teine välja ühise
juhtkangi abil samaaegselt.

Punkri teisaldamise seadmel on peatusvarras 15, mis lü-
litab trumli neutraalseisundisse, kui punker jõuab äärmisse
asendisse. Vastasel korral võib puruneda tross, trumlid ja ka
punker.

Tsementbetoonisegu laoti D-375 tehniline iseloomustus:

gabariitmõõtmed mm:	pikkus	7005,
	laius	8000 (6000, 4500),
	kõrgus	2750,
masina mass kg		9100,
masina teisaldamiskiirus m/s		0,37,
laotuspunkri geom. maht m ³ .		2,4,
mootori võimsus kW		18,
tootlikkus m ³ /h		50.



Joon. 66. Tsemendbetoonisegu laoti D-227: 1 - roobasvorm; 2 - profiilkilp; 3 - laotuseo pa-
 rempoolse osa tõstemehhanismi juhtvatas; 4 - mootor; 5 - reaktor; 6 - laoti teisaldamismeh-
 hanismi ühtlusehviide lülilise kang; 9 - laoti teisaldamismehhanismi kaigukast; 11 - profiil-
 kilpide tõstemehhanismide juhtvatas; 12 - laotustigu; 13 - rätas; 14 - pearaam; 15 - teisalda-
 mismehhanismi ühtlusehviide; 16 - operaatõri iste; 17 - laotustõigude ajami transmisiõnoolvõlli;
 18 - porand; 19 - laotustõie asakpoolise osa tõstemehhanism.

Tsementbetoonisegu laoti D-227 (joon. 66) kuulub pideva toimega laotite hulka. Põhilisteks tööorganiteks on laotustigu 12 ning profiilikilp 2 koos vastavate ajamitega.

Kahest osast koosnev laotustigu on pearaami külge riputatud kolmest kohast. Riputuskohtades asuvad vertikaalsed suunajad, mis vastavate juhtratuste 3 pööramisega võimaldavad laotusteo vertikaalset asendit muuta ning anda teekattele nõutav paksus ja põikprofiil. Laotusteo osasid võib üksteisest sõltumata üht- või teistpidi pöörlema panna, mis võimaldab betoonisegu ühtlaselt laotada põiki teed, olenemata sellest, mil viisil ja kuhu teealusele betoonisegu ette antakse.

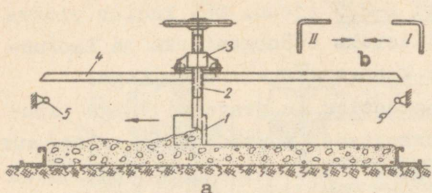
Profiilikilp 2, mis koosneb samuti kahest osast, on riputatud pearaami külge vahetult laotusteo taha. Masina edasi-tagasi liikumisel ei lase profiilikilp betoonsegul laotusteast eemalduda, soodustades sellega laotamist ning teekattele lõpliku põikprofiili andmist. Et kilbid laotataval betoonisegul hõlpsamini libiseksid ning teekate saaks sile, selleks on profiilikilbi alumisel äärel toru.

Profiilikilpi reguleeritakse vastavalt nõutava kihi paksusele ning põikprofiilile tõstemehhanismide juhtratuste 11 pööramise teel.

Laotit teenindab 37 hobujõuline diiselmootor D-35.

Tsementbetoonisegu labalaoti (joon. 67) kuulub samuti pideva tööga laotite hulka. Tema tööorganiks on laotuslaba 1, mis liigub suundroopal 4 põiki laoti liikumise suunaga. Laba alumise serva võib reguleerimismehhanismi 2 abil teekatte paksusele vastavasse kõrgusesse seada. Laba jõudmisel äärmisse asendisse, pööratakse ta 90° võrra ümber oma vertikaaltelje tagasikäiguks. Sellega välditakse ka betooni kogunemine roobasvormide taha.

Sageli varustatakse labalaotid vibroseadmetega, mis võimaldavad vahetult laotile järgneval viimistlusmasinal ühe käiguga lõplikult tihendada ja viimistleda teekatte.



Joon. 67. Labalaoti tööskeem:

a - vaade tee suunast tööorganile; b - tööorgani asend plaanis: I - liikumisel vasakule, II - liikumisel paremale; 1 - laba; 2 - laba asendi kõrguse reguleerimise mehhanism; 3 - laba teisaldusvanker; 4 - teisaldusvankri suundroobas; 5 - säretoed laba pööramiseks 90° võrra ning tagasikaigu siselülilamiseks.

kus q - punkri maht m^3 ;

t_1 - punkri või laadimiskopa täislaadimise aeg, 20-25 s;

t_2 - laadimiskopast punkrisse laadimise aeg s;

t_3 - aeg betoonisegu laotamiseks ning punkri lähtekohta teisaldamiseks, 15 - 20 s;

t_4 - aeg laoti ühelt positsioonilt teisele viimiseks s;

b, h - laotamise leius ja paksus m;

v - tigulaoti teisaldamise kiirus m/s;

n - tigulaoti käikude arv ühel kohal;

K_a - ajakasutamise tegur.

Betoonisegu laotite mootori võimsus peab ületama masina töös esineva summaarse takistuse.

Laadimiskopaga punkerlaoti peab üheaegselt tõstma seguga täidetud laadimiskoppa ja segu laotama; seega tema mootori võimsus

$$N = N_1 + N_2 \text{ kW,}$$

Betoonisegu laotite

tootlikkus määratakse alljärgnevate valemitega:

a) laadimiskopa punkerlaoti:

$$Q = \frac{3600 q K_a}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} m^3/h,$$

b) vahetult veomasinast punkrisse laadimise punkerlaoti:

$$Q = \frac{3600 q K_a}{t_1 + t_3 + t_4} m^3/h,$$

c) tigulaoti:

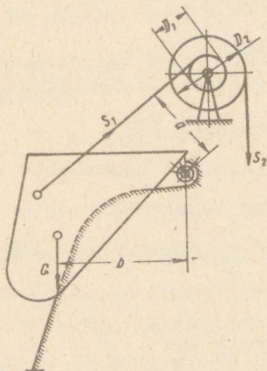
$$Q = \frac{3600bh v K_a}{n} m^3/h,$$

kus N_1 - laadimiskopa tõstmiseks kuluv võimsus:

N_2 - segu laotamiseks kuluv võimsus.

Mootor peab võimaldama ka kogu masinat teisaldada, milleks on vaja võimsust N_3 .

N_1 suurus on maksimaalne laadimiskopa kummutamise algmomendil, samal ajal on maksimaalsed ka kopa kahe tõstetrossi sisejõud S_1 ning vintsitrossi sisejõud S_2 .



Joon, 68. Laadimiskopa tõstmisel trossides tekkivate sisejõudude arvutamise skeem.

Laadimiskopa kummutamise kohta (joon. 68) võib kirjutada järgmise tasakaaluvõrrandi:

$$2 S_1 = \frac{Gb}{2} N,$$

kus $2 S_1$ - kahe tõstetrossi sisejõud N ,

G - täidetud kopa kaal N :

a, b - jõudude mõjumisõlad m .

Tõstmiseks vajalik võimsus kopa kummutamise momendil

$$N_1 = \frac{2S_1 v_t}{1000 \eta}, \quad kW,$$

kus v_t - tõstetrossi liikumise kiirus m/s ,

η - mootorilt tõstetrumlile ülekande kasutegur

$$v_t = \frac{\pi D_1 n}{60} \quad m/s,$$

kus D_1 - tõstetrumli läbimõõt m :

n - tõstetrumli pöörde arv minutis.

Trossi kiirus tuleb valida selline, et kopa tõstmisele ei kulutataks üle 15 - 20 s.

Asetades N_1 valemisse leitud S_1 ja v_t suurused, saame:

$$N_1 = \frac{\pi n b D_1 G}{60000 a \eta} \quad kW.$$

Vintsitrossi sisejõud

$$S_2 = 2S_1 \cdot \frac{D_1}{D_2 \eta_p} \quad N,$$

kus D_1 ja D_2 - joonisel 68 näidatud tõsteseadmete vastavate trumlite läbimõõdud:

η_p - ploki kasutegur:

N_2 arvutamisel lähtutakse takistustest, mis tekivad:

- 1) punkri teisaldamisest roobastel (W_1),
- 2) punkrist väljuva prisma läbilõikamise takistusest (W_2) ning
- 3) punkri paigaltvõtmise inertsijõust (W_3).

Seega tekib punkri teisaldamisel veotrossis sisejõud:

$$S_3 = W = W_1 + W_2 + W_3 \quad N,$$

$$W_1 = 10 (G_p + G_b - \gamma b l H) f \quad N,$$

kus G_p - punkri mass kg:

G_b - betoonisegu mass punkris kg:

b ja l - punkri ava laius ja pikkus m:

H - betoonisegu kõrgus punkris m:

γ - tsementbetoonisegu mahumass, $\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3$;

f - punkri veeretakistuse koefitsient, $f = 0,05$.

$$W_2 = K b \quad N,$$

kus K - betooniprisma lõiketakistus,

$$K = 9000 \text{ N/m}.$$

$$W_3 = (G_p + G_b) \cdot \frac{v_p}{t} \quad N,$$

kus v_p - punkri teisaldamiskiirus m/s;

t - kiirenduse kestus paigaltvõtmisel,

$$t = 0,75 - 1,5 \text{ s}.$$

Seega teiseldamiseks vajalik võimsus

$$N_2 = \frac{W \cdot v_p}{1000 \cdot \eta} \quad \text{kW}.$$

N_3 arvutamisel lähtutakse takistustest, mis tekivad kogu masina liikumisel roobasvormidel:

$$W_4 = 10(G_m + G_b) \cdot (f + i) N,$$

kus G_m - laoti mass kg;

f - laoti veeretakistuse koefitsient roobasvormidel,

$$f = 0,05;$$

i - tee kalle, tsementbetoontedel $i = 0,05$.

Seega saadakse laoti teisaldamiseks vajalik võimsus järgmisest valemist

$$N_3 = \frac{W_4 v_m}{1000 \eta_v} \text{ kW},$$

kus v_m - laoti maksimaalne teisaldamiskiirus m/s:

η_v - ülekande kasutegur mootorilt veoratastele.

Laadimiskopaga punkerlaoti mootori valikul lähtutakse suurusest $N_1 + N_2$, mis on alati suurem kui N_3 .

Vahetult veomasinatest punkrisse laadimisega punkerlaoti mootori võimsus valitakse kas N_2 või N_3 alusel.

Tigulaati kujutab enesest pideva toimega masinat, mis edasiliikumisel laotab betoonisegu põiki üle tee kas keskelt teeäärtele või vastupidi. Masina mootori võimsus määratakse eeldusel, et betoonisegu teisaldamise pikkus on võrdne laotusriba laiusega ning tigude tootlikkus laotamisel võrdub masina tootlikkusega Q . Seega võime laotamiseks vajaliku võimsuse arvutada järgmiselt:

$$N_1 = \frac{Q L \omega}{367 \cdot \eta} \text{ kW},$$

kus Q - laoti (tigude) tootlikkus t/h;

L - betoonisegu teisaldamise pikkus, mis võrdub masina laotusriba laiusega m;

ω - betoonisegu liikumistakistuse koefitsient, $\omega = 4,0$;

η - ülekande kasutegur mootorilt tigudele.

Vajalik võimsus laoti teisaldamiseks roobasvormidel arvutatakse valemiga

$$N_2 = \frac{W \cdot v_m}{1000 \cdot \eta} \text{ kW,}$$

kus v_m - laoti maksimaalne teisaldamiskiirus m/s;

η - ülekande kasutegur mootorilt veoratastele;

W - kogu teisaldamistakistus N .

$$W = W_1 + W_2 ,$$

kus W_1 - laoti veere- ja teekalde takistus N ;

W_2 - laoti profiililattide ees oleva betoonisegu teisaldamistakistus N .

$$W_1 = 10 G_m (f + i) N ,$$

kus G_m - masina mass kg.

$$W_2 = 10 G_{pr} \mu N ,$$

kus G_{pr} - profiililattide ees liikuva betooniprisma mass kg,

μ - hõõrdekoefitsient betoon vastu betooni, $\mu = 1,2-1,3$.

Laoti teisaldamiseks ja tigude tööks vajalik üldine mootori võimsus on seega

$$N = N_1 + N_2 \text{ kW.}$$

4. Tsementbetoonteekatete viimistlusmasinad

Tsementbetoonteekatete viimistlusmasin liigub tsementbetoonteekatete ehitamise masinate komplektis betoonilaoti järel. Tema ülesanne seisneb laotatud betoonisegu tasandamises, tihendamises ja silumises vastavalt ettenähtud profiilile.

Mõned viimistlusmasinad sooritavad kõik eelnimetatud operatsioonid ühe käiguga masina pideval edasiliikumisel.

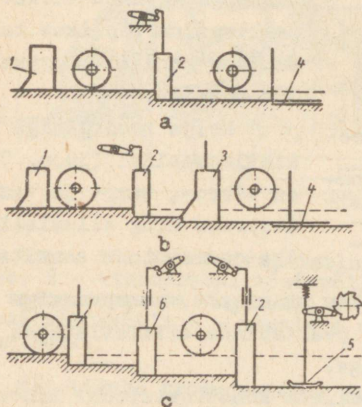
Viimistlusmasinad jagunevad:

a) olenevalt tihendamise iseloomust - tamp- ja vibratoimega masinateks;

b) olenevalt käiguseadmest - ratas- ja roomikkäiguga masinateks;

c) olenevalt masina raami konstruktsioonist - muutmatu ja muudetava raami laiusega masinateks, analoogiliselt profileerijate ja laotitega. Raami laiuse muutmisega käib kaasas tööorganite vahetamine.

Tampviimistlusmasinate põhiliseks tihendamismehhanismiks on kas eraldi töötavad vasarad või tampruss (joon. 69). Neil masinatel võib olla kolm või neli tööorganit. Tasandus-



Joon. 69. Tampviimistlusmasinate tööorganid: 1 - tasanduspruss; 2 ja 3 - tamprussid; 4 - silumislint; 5 - silumispruss; 6 - vasarad.

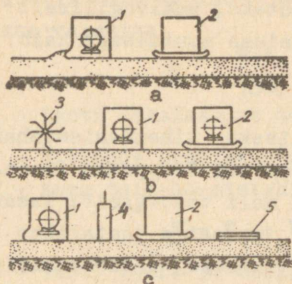
Betoonisegu tihendamine vibroviimistlusmasinatega on levinum ja progressiivsem, kuna nendega on võimalik tihendada ka jäikasad betoonisegusid.

Vibroviimistlusmasinad võivad olla kahe, kolme ja nelja tööorganiga (joonis 70).

Kahe tööorganiga viimistlusmasina (joon. 70 a) vibropruss tihendab ning silumispruss viimistleb tsementbetoonetekatet.

prussiga jaotatakse betoonisegu ühtlase kihina kogu viimistletava riba ulatuses, mida soodustavad prussi võnked horisontaaltasapinnas. Tamprussiga tihendatakse, horisontaaltasapinnas võnkuva silumislindiga hõõrutakse aga teekatte pealispind siledaks.

Joonisel 69 c näidatud tampmasinal on peale tamprussi 2 veel rombikujulise aluspinnaga vasarad 6, kuna silumislinti asendab vertikaaltasapinnas väikese amplituudiga võnkuv silumisplaat 5.



Kolme tööorganiga viimistlusmasina (joon. 70 b) tööorganiteks on tasanduspruss, tihendav vibropruss ja silumispruss. Uusimatel viimistlusmasinate mudelitel on tasanduspruss asetatud labavõlliga, mille ülesanne seisneb teekatte pealispinna lõplikus tasandamises enne vibroprussiga tihendamist.

Joon. 70. Betooni vibroviimistlusmasinate tööorganite skeemid: a - kahe tööorganiga; b - kolme tööorganiga; c - nelja tööorganiga; 1 - vibropruss; 2 - silumispruss; 3 - profileeriv tasanduspruss; 4 - tampruss; 5 - silumislint.

Nelja tööorganiga viimistlusmasinal (joon. 70 c) on vibro-, tam- ja tasanduspruss ning silumislint. Iga operatsioon sooritatakse

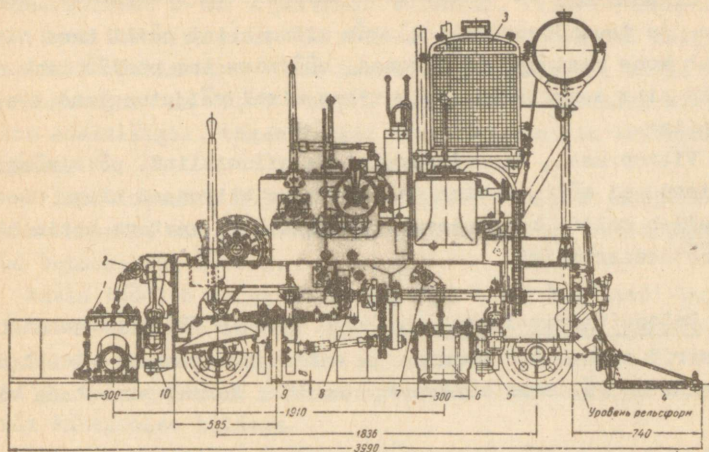
se kahe tööorganiga: tihendatakse peamiselt vibroprussiga ning täiendavalt veel tamprussiga, pealispinda viimistletakse tasandusprussiga ja silumislindiga.

Uuemate vibroviimistlusmasinate konstruktsiooni lihtsustamise huvides kasutatakse ainult kahte või kolme tööorganit.

Roomikkäiguga viimistlusmasinad on rataskäiguga masinatest progressiivsemad, kuna nende teisaldamiseks pole vaja palju metalli nõudvaid roobasvorme ning pole vajadust mõnede masinate järele, nagu betoonilaoti ja roobasvormide paigaldi.

Varem valmistati NSV Liidus peamiselt viimistlusmasinaid D-182 A, mille tootmine lõpetati 1958.aastal, ning siit peale alustati täiuslikumate viimistlusmasinate D-376 tootmist.

Betoniviimistlusmasin D-182 A (joonis 71) kuulub iseliikuvate masinate hulka. Ta liigub neljal vedaval rattal. Masinal on neli tööorganit: vibropruss 1 tõstevõlliga 2 ja tugirulliga 10, tamplaud 9 ühes ajamiga 8, tasanduspruss 6 ühes tasandusprussi tõstevõlliga 7, mille käitamiseks ning ühtlasi ka masina teisaldamiseks on mootor 3. Masinaga tihendatakse ja viimistletakse kuni 7,0 m laiusi ning 20 cm paksusi betoonteekatteid.



Joon. 71. Betooniviimistlusmasin D-162 A: 1 - vibropruss; 2 - vibroprussi tõstevõll; 3 - mootor; 4 - silumislint; 5 - tasandusprussi tugirull; 6 - tasanduspruss; 7 - tasandusprussi tõstevõll; 8 - tamplaua ajam; 9 - tamplaud; 10 - vibrotugirull.

Täielikuks tihendamiseks ja viimistlemiseks peab masin ühel kohal sooritama kolm käiku: kaks käiku edasi ning ühe tagasi.

Vibroprussiga tasandatakse ja tihendatakse betoonisegu. Ta kujutab enesest künakujulise ristlõikega lehtraust prussi, mille põhi on külkseinte suhtes reguleeritav. See asjalu võimaldab teele anda nõutava põikprofiili. Vibroprussil on viis vibraatorit (3,5 - 5,0 m laiuse riba puhul vastavalt vähem), millede amplituud on 0,2 mm ja võngete arv 2880 võnget minutis. Peale selle võngub vibropruss veeli põiki teed, tehes 45 võnget minutis amplituudiga 180 mm.

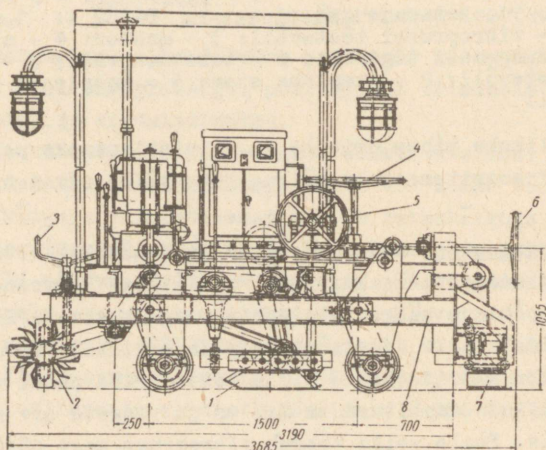
Kõvast puidust tamplaua löökidega tihendatakse segu täiendavalt, mille tagajärjel tsementmört tungib tee pealispinnale.

Tasanduspruss on konstruktsioonilt vibroprussiga sarnane, kuid tal puuduvad vibraatorid ja tasandusriba. Võngub põiki teed nagu vibroprusski. Tasandusprussiga antakse teekattele nõutav põikprofiil.

Silumislint on valmistatud kummeeritud presendist. Nagu vibro- ja tasandusprussi võngub silumislint põiki teed ning liigub koos masinaga otsesuunas, hõõrudes tee pealispinna siledaks ning eemaldades sealt tihenemisel väljatunginud tsementpiima.

Vibroprussi, tasandusprussi ja silumislindi põikivõngete kiirus ei sõltu masina teisaldamise kiirusest ning see võimaldab valida betoonisegu eri markidele vastava optimaalse töötlemisrežiimi.

Betoonviimistlusmasina D-376 (joonis 72) tööorganite parameetrid on valitud kodumaa ja välismaa kogemuste alusel, mis võimaldavad väiksema võimsusega mootori korral saavutada vii-



Joon. 72. Betoonviimistlusmasin D-376: 1 - vibropruss; 2 - labavõlli; 3 - labavõlli tõstemehhanism; 4 - silumisprussi tõstemehhanism; 6 - raami tõstemehhanism; 7 - silumispruss; 8 - raam.

mistlusmasinast D-182 A paremaid tulemusi. Viimistlusmasina D-376 tootlikkus on kuni $150 \text{ m}^3/\text{h}$ ning temaga on 1-2 käiguga võimalik töödelda kuni 50 cm paksust betoonikihti, mille veitsemmentegur on 0,45 - 0,50. Teekatet töödeldakse ainult masina edasikäigul, tagasikäigul tõstetakse masin transpordiasendisse.

Viimistlusmasin D-376 on iseliikuv ja toetub neljale vedavale rattale, mis liiguvad roobasvormidel või varem paigaldatud betoonikihi äärtel.

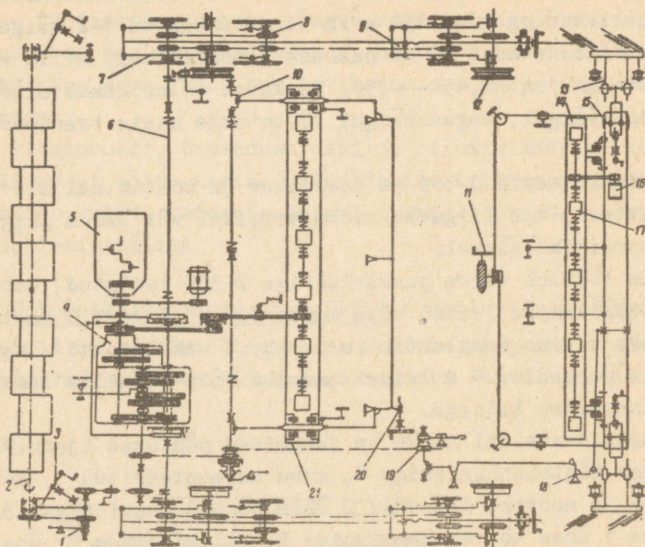
Masin töötleb varem punkerlaotiga D-375 laotatud betoonikihti. Töötlemise laiust võib muuta 3,5; 5,0 ja 7,0 meetriks, milleks masina komplektis on vastavad vahetatavad vahetükid ja tööorganid. 7 m laiust teeriba võib töödelda lameda- või kahepoolse kaldega.

Viimistlusmasinal D-376 on järgmised põhiosad (joon.72): raam 8 ühes tõstemehhanismiga 6, kuhu on monteeritud kõik tööorganid ja mootor; labavõll 2 ühes tõstemehhanismiga 3; vibropruss 1 ühes tõstemehhanismiga 5; silumispruss 7 ühes tõstemehhanismiga 4; käiguseade, mis koosneb raamist 8 ja rattastest. Rattad on kinnitatud raami külge, mis võimaldab raami koos labavõlli ja vibroprussiga lasta teaalusele selle pealispinna töötlemiseks.

Tööorganitest kõige ees asub labavõll 2, millega betoonikihti tasandatakse ja esialgselt tihendatakse. Lõpliku viimistluse annab viimasena vibropruss 1, mis koosneb kahest osast - eesmisest vibreerivast ning tagumisest siluvast. Mõlemad osad, liikudes koos masinaga edasi, võnguvad samal ajal põiki teed ning annavad sellega teekattele täiesti sileda pealispinna.

Viimistlusmasina D-376 kinemaatiline skeem on esitatud joonisel 73.

Mootor 5 on hõõrde- ja elastse siduri kaudu ühenduses käigukastiga 4. Mootori võllilt kantakse jõud kiilrihmüle- kandega elektrigeneraatorile (toidab elektrienergiaga masina valgustusseadmeid ja vibraatorite mootorit) ning vibroprussile 21. Puhastuskraapidega käiguratastele 12 kantakse jõud üle võlli 6 ja kettülekande 8 kaudu.



Joon. 73. Betooniviimistlusmasina D-376 kinemaatiline skeem: 1 - nukksidur; 2 - labavõlli; 3 - labavõlli tõstemehhanism; 4 - käigukast; 5 - mootor; 6 - käigurataste võlli; 7 - kronstein; 8 - kettülekanne; 9 - raami tõstemehhanism; 10 - vibroprussi väntvõlli; 11 - vints; 12 - käiguratas; 13 - silumisprussi tõstesuunajad; 14 ja 15 - silumisprussi osad; 16 - elektrimootor; 17 - vibraatorid; 18 - silumisprussi põikivõngete kangmehhanism; 19 - tähtatas; 20 - kruviseade; 21 - pruss.

Masin lastakse tööasendisse või tõstetakse transpordiasendisse kronsteinide 7 pööramise teel, mida tehakse käsi-rattaga kruvimehhanismi 9 abil.

Labavõllile 2 kantakse jõud mootorilt nukksiduriga 1 lülitatava kettülekannde kaudu. Labavõlli töökõrgust reguleeritakse tõstemehhanismiga 3. Vibroprussi 21 pikiliikumine toimub väntvõlli 10 ja eriliste kangmehhanismide abil; töökõrgust reguleeritakse kruviseadmega 20.

Silumisprussi osad 14 ja 15 on raamiga ühendatud suundrullide kaudu, mis võimaldavad silumisprussi masina edasilükkumise suunale risti võnkuma panna. Selleks kantakse jõud

väntvõllilt 10 kettülekande abil väikese väntvõlli täht-
tate 19 ja siit kangmehhanismide 18 kaudu vibroprussile.

Silumisprussi osa 14 vibraatorid 17 pannakse tööle silu-
misprussil asuva mootori 16 abil.

Silumispruss tõstetakse üles ja lastakse alla käsiratta-
ga vintsi 11 abil.

Nagu selgub kinemaatiliselt skeemilt, võib viimistlus-
masina D-376 labavõlli pöörlemist välja lülitada ning vibro-
prussi ja silumisprussi võnkumist ning vibraatorite tööd
peatada masinate teiste mehhanismide tööst sõltumata. See-
juures kõik ümberlüütmised käigukastis 4 ning nukksidurite
sisse- ja väljalüütmised peavad toimuma pärast mootori 5
hõõrdesiduri väljalüütmist.

Betooniviimistlusmasina D-376 tehniline iseloomustus:

gabariitmõõtmed mm:

pikkus	4100,
laius	8600 (6600,5100),
kõrgus	3243;
mass kg	9600,
liikumiskiirus m/min	0,71 - 38,2,
mootori võimsus kW	18.

Viimistlusmasina D-376 käigurataste väike vahe ei või-
malda teekattele anda nõutavat pikitasasust, seepärast on vii-
masel ajal konstrueeritud pika baasiga betooniviimistlusma-
sin. Sellise masinaga võib saada väga tasase teekatte pealis-
pinna. Kuid pika baasiga viimistlusmasinat saab kasutada si-
nult ühepoolse põikkaldega teekatete ehitamisel.

Masina mehhanismid paiknevad kahel teineteise järel asu-
val platvormil, mis toetuvad kuuetele kaheherratalsele balans-
siirvankrile.

Masinal on vibroseade pikivuukide tegemiseks ning me-
haaniline hari teekatte pealispinna karestamiseks.

Masina töö kohta puuduvad veel üksikasjalisemad andmed.

Pikabaasilise betooniviimistlusmasina tehniline iseloo-
mustus:

tootlikkus vahetuses 7 m laiust teekatet m

500,

edasiliikumise kiirus m/min	1,0,
jõuseadme võimsus kW	50,
vibraatorite võnkesagedus minutis	4600,
vibraatorite võnkeamplituud mm	0,2 ja 0,3.

Masina gabariitmõõtmed mm:

pikkus	10300,
laius	7250,
kõrgus	3500;
masina mass kg	18000.

Viimastel aastatel on konstruktorid ja teedeehitajad pööranud tähelepanu roomikutel liikuva viimistlusmasina loomisele, mis lihtsustab tööde organiseerimist ning vähendab roobasvormide ärajäämise tõttu tunduvalt metallikulu.

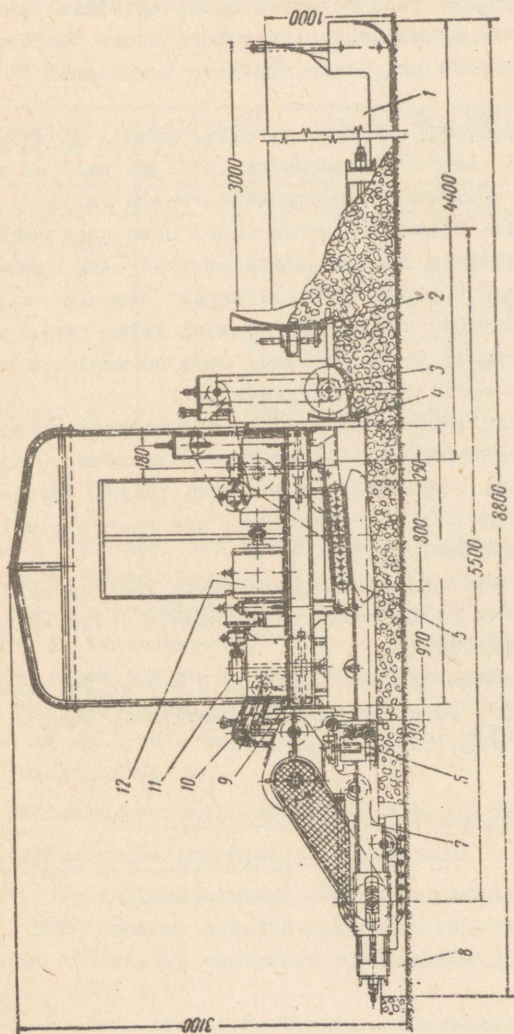
Alates 1954.aastast loodi paljudes maades roomik-betooni viimistlusmasinate proovieksemplare. Üks sellistest masinast (joonisel 74) projekteeriti ka Leningradis. Masinas on ühendatud laoti ning viimistlusmasin. Laoti paikneb eespool ning tema koostisse kuuluvad vastuvõtupunkter 1, kilp 2, millega toimub betoonisegu esialgne põikilaotamine; jaotustigu 3, millega laotatakse segu lõplikult põiki üle tee, ning kolmeseksiooniline siiber 4 betoonikihi paksuse reguleerimiseks.

Betoonisegu antakse vastuvõtupunktrisse külje peale kalutatavatest kalluritest.

Raami keskosas asub amortisaatorite külge riputatud kolme vibraatoriga tihenduspruss 5 ning tagumises osas kahe vibraatoriga silumispruss 6, millega antakse teekattele lõplik viimistlus.

Masina raam 9 toetub kahele roomikule 7. Kumbagi roomikut on võimalik raami külge eri kõrgusele kinnitada. Selline konstruktsioon võimaldab teekatte paksust reguleerida ning tõsta üht roomikut teise suhtes teekatte paksuse võrra, juhul kui ehitatakse teist teeriba. Seejuures võib vajaduse korral vastavalt roomikult lindi maha võtta.

Roomikute külgedel asuvatele kronsteinidele on kinnitatud libisevad külgevormid 8, mis seatakse töötamiseks üles sel-



joon. 74. Libisevate külgevormidega roomik-betoonvõlvimistlusmasin; 1 - põhjata vastuvõtu-
 punker; 2 - kilp; 3 - jaotustigu; 4 - kolmesektsiooniline siiber; 5 - vibro-tihenduspruss;
 6 - vibro-silumispruss; 7 - roomik; 8 - libisev külgevorm; 9 - raam; 10 - roomikute kett-
 ulekanne; 11 - raami tõstemehhanism; 12 - elektrimootor.

liselt, et nende alumised pinnad asuvad roomikute tugipindadega ühel kõrgusel.

Külgvormide pikkus peab tagama betooni täieliku tardumise ajavahemikul, mis kulub masinal vormidepikkuse teekonna läbimiseks. Külgvormide pikkuseks võetakse tavaliselt 11 - 12 m.

Kilbil, jaotusteol, siibril, tihendusprussil ja silumisprussil on igaljuhul oma tõstemehhanism, millega neid on võimalik reguleerida nõutavale töökõrgusele. Peale selle on tõstemehhanismi 11 abil võimalik masina raami ühes seal asuvate mehhanismidega roomikute suhtes alla lasta või üles tõsta. Silumisprussi on aga võimalik käsitsi tagasi tõmmata teistkordseks silumiskäiguks, kui pärast esimest käiku peaks teepinnal veel ebasiledaid kohti leiduma. Seda on mõnikord vaja teha seepärast, et masin pole reverseeritav.

Roomik-betoonnivimistlusmasinal on baasroopaga ühenduses olev eriline elektrohüdrauliline kopeerimisseade. Baasroobas paigaldatakse teepreenrale nivelliiri järgi. Juhtseade tagab teekatte pikiprofiili kopeerimise, mis vastab nivelliiri järgi paigaldatud profiilile.

Baasroobas paigaldatakse ainult esimese teeriba ehitamisel, kuna järgmiste puhul korratakse täpselt varem ehitatud teeribade pikiprofiili.

Masinaga ehitatava teeriba laius on 3 - 7 m. Ühe käiguga võib töödelda 40 - 50 cm paksust betoonikihti. Masina tootlikkus on 50 - 60 m³/h.

Perspektiivsete betoonviimistlusmasinate
põhilised parameetrid

Masina nimetus	Ehitata- va riba laius m	Tüüp	Tootlik- kus tun- nis	Mootori voimsus kW	Mass kg
1	2	3	4	5	6
Betoniviimist- lusmasin	3,5	Roobastel	40 m ³	18	7800
	7,0	"	50 m ³	22	9500
	3,5	Roomikutel	40 m ³	46 - 55	18000
	7,0	"	80 m ³	66 - 81	25000
Silumismasin	3,5	Roobastel	150 m ²	18 - 22	5000
	7,0	"	300 m ²	30 - 40	8000

Nii välismaal kui ka Nõukogude Liidus käivad uurimused ja katsetused täiuslikumate betoonviimistlusmasinate konstrueerimiseks. On ehitatud viimistlusmasinaid kahe tööorganiga (tihendus- ja tasanduspruss) ning isegi ühe tööorganiga (silumispruss); silumispruss on asetatud paralleelselt tee pikiteljega ja liigub töötamise ajal piki teed edasi-tagasi; konstrueeritud on ka selliseid masinaid, kus mõned tööorganid on paigutatud diagonaalis jne.

Üldiselt on põhilised suunad betoonviimistlusmasinate konstruktsioonide arendamisel järgmised:

1. Vibrotihendusprussi võngete sagedust püütakse tõsta 3000 - 5000 võnkeni minutis ning näha ette võngete sageduse muutmist töö kestel vastavalt tihendatava betoonisegu omadustele.

2. Tasandusprussi kasutamine vibrotihendusprussi ees.

3. Tasandus- ja tihendusprussi allalaskmise võimalikkus roobasvormidest madalamale, mis võimaldaks teekatte aluse planeerimist ja tihendamist.

4. Teekatte tihendamine ja viimistlemine ühe käiguga.

5. Ühe ja sama masina kasutamine mitmesuguste teelaiuste puhul raami laiuse ning tööorganite pikkuse muutmise teel.

Betonivilmistlusmasina tootlikkus arvutatakse mõõtühikutes: jm/h , m^3/h või harvem m^2/h .

Viimistlusmasina tootlikkus sõltub põhiliselt sellest, kas teekatte töötlemiseks vajab masin üht või kaht käiku ühel kohal ning millist masina liikumise kiirust võimaldab ehitatav tee. Tavaliselt kasutatakse esimesel töökäigul väiksemat, teisel suuremat ja tagasikäigul transpordikiirust.

Igal töökäigul läbib masin teekonna pikkuse L_0 :

$$L_0 = L_p + L_u + L_m,$$

kus L_p - korraga töödeldava teelõigu pikkus m (6 - 7 m);

L_u - eelneva teelõigu ülekatte pikkus m (3 m);

L_m - masina pikkus m (3 m).

Kahe töökäiguga töötlemisel, mida kõige sagedamini kasutatakse, sooritab masin kaks käiku edasi ja ühe tagasi ning tsükli kestus saadakse valemist

$$T_{ts} = \frac{L_0}{v_1} + \frac{L_0}{v_2} + \frac{L_0}{v_3},$$

kus v_1 , v_2 ja v_3 - esimene töökiirus (aeglasem), teine töökiirus (kiirem) ning tagasikäigu (transpordi-) kiirus m/min . Seega masina tootlikkus tunnis kahe töökäigu puhul:

$$a) P_1 = \frac{60}{T_{ts}} L_p K_a \text{ jm/h},$$

$$b) P_2 = \frac{60}{T_{ts}} L_p b h K_a \text{ m}^3/\text{h},$$

kus K_a - aja kasutamise koefitsient, $K_a = 0,85 - 0,95$;

h - teekatte paksus m ;

b - teekatte laius m .

Mootori võimsuse määramisel arvutatakse ja summeeritakse, nagu tavaliselt, kõik võimsused, mis on vajalikud ühel ajal töötavate mehhanismide käivitamiseks.

Betoonviimistlusmasina mootori üldine võimsus arvutatakse järgmise valemiga:

$$N = \sum_{i=1}^6 N_i,$$

kus N_i - võimsused masina teisaldamiseks või vibroprussi, tamprussi, tasandusprussi, silumisprussi, silumislindi ja abimehhanismide (pump, elektrigeneraator, mõnikord ka vuukide lõikamise mehhanism) tööks.

Osa võimsusi määratakse samadel põhimõtetel nagu arvutatakse betoonilaoti üksikute operatsioonide sooritamiseks vajalikud võimsused.

5. Temperatuurivuukide lõikemasinad

Temperatuurivuuke lõigatakse tsementbetoonist teekattesse kahel viisil:

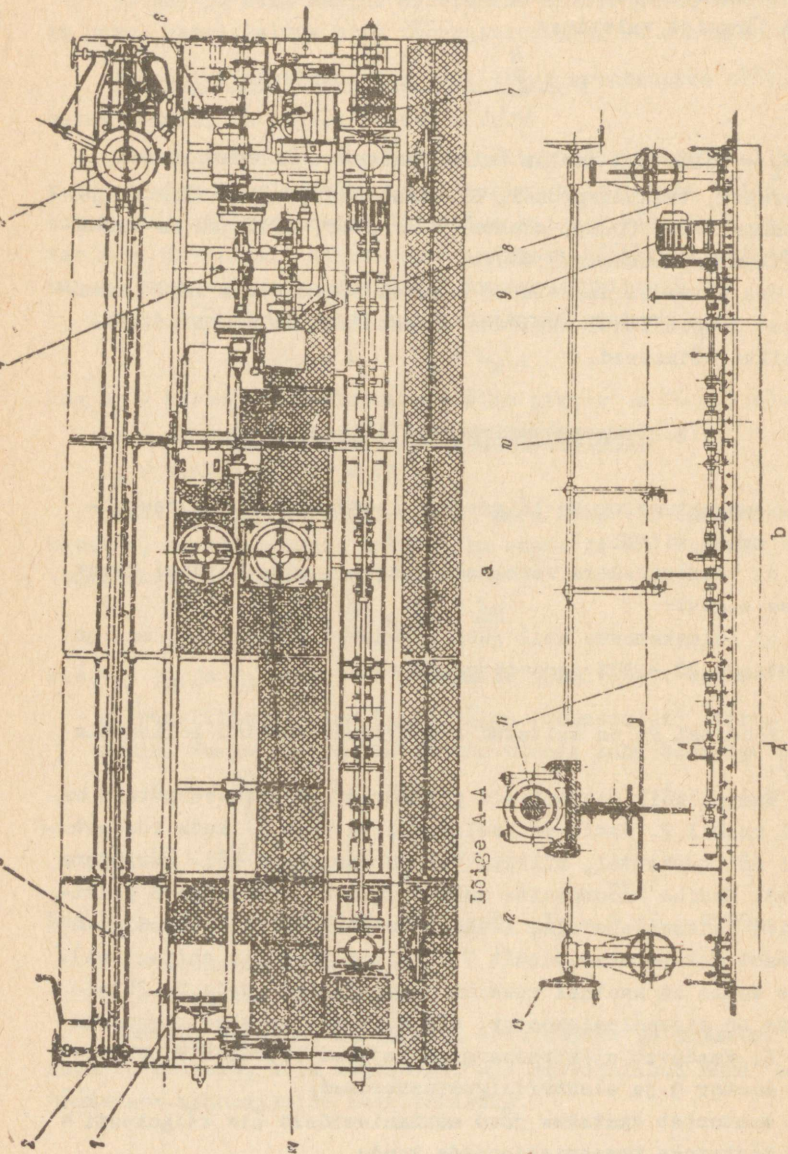
a) vibronugadega värskesse betooni, enne betooni kivistumise algust;

b) lõikeketaste abil juba kõvenenud betoonisse, mis on saavutanud 20 - 30% projektugevusest.

Joonisel 75 on esitatud temperatuurivuukide lõikemasin D-377.

Masina kõik mehhanismid paiknevad neljale veorattale toetaval raamil 2. Masin on iseliikuv, ta võib liikuda roobasvõrgudel või teekattel, milleks tal on ääristega või ääristeta rattad. Masina tööorganite hulka kuuluvad vibronuga 8 põikivuukide lõikamiseks ning lõikeketas pikivuukide lõikamiseks (viimast kasutatakse ainult 7 m laiuse teekatte ehitamisel). Peale selle on masinal vuukide täisvalamise seade 5. Jõuallikaks on sisepelemismootor, mis käivitab ka elektrigeneraatori 6. Saadavat elektrienergiat vajavad vibrona vibraatorite mootor 9 ja elektrivalgustusseadmed.

Mootorist kantakse jõud mehhanismidele üle käigukasti 4 ning vastavate transmissioonide kaudu.



Joon. 75. Temperatuurivõnkide lõikemasin D-377: a - plesan; b - vibronuga; 1 - veorattad; 2 - raam; 3 - roobas; 4 - kaigukast; 5 - vunkide taisvalamise seade; 6 - elektrigeneraator; 7 - sissepõlemismootor; 8 - vibronuga; 9 - elektrimootor; 10 - vibraator; 11 - laagrind; 12 ja 13 - juhtvõrk; 14 - lõikeketta mehhanism.

Kahest karprauast needitud vibronoa 8 ülemisele osale on monteeritud elektrimootor ning vibraatorid 10. Elektrimootor 9 paneb kiilrihmajamiga pöörlema äärmise vasakpoolse vibraatori. Sealt kandub pöörlemine laagritele 11 toetuvate ühendusvõllide ja muhvide kaudu järjekorras edasi teistele vibraatoritele.

Vibronuga koos vibraatoritega on kummiamortisaatorite kaudu riputatud käsiratastega 13 tellitava kahe vertikaalse tõstemehhanismi külge, mille tõttu vibreerimine ei kandu masina raamile ega tõstemehhanismidele. Vibronuga seatakse risti tee teljega käsiratastega 12 tellitavate horisontaalsete reguleerimiskruvide abil.

Vuukide lõikamisel surutakse vibronuga tõstekruvidega vastu teekatet ning samal ajal lülitatakse vibraatorid sisse. Pärast nõutava sügavuse saavutamist lülitatakse vibraatorid välja ning vibronuga tõstetakse üles.

Pikivuugi lõikamiseks lastakse lõikeketas teekatte pinna, süüvitatakse vastava tõstekruvi pööramisel betoonisse ning masina edasiliikumisel lõigatakse pikivuuk.

Vuugi ümbruse silumiseks ning selleks, et vuuki lõikamisel betooni ülespressimisega ei rikutaks, on masinal eriline silumisplaat, mille pikisisselõikes asub ketta alumine osa vuugi lõikamisel. Silumisplaadi töökõrgust reguleeritakse erilise tõsteseadme käsiratta abil. Tema tagumise osa alla on kinnitatud ristkülikukujulise põiklõikega nuga, millega silutakse vuugi seinu ning välditakse nende sissevajumist.

Masina raami 2 tagumises osas asub roobas 3, mille peal liigub vuugi täisvalamise seade 5.

Vuugi täisvalamisel tuleb roobas 3 seada paralleelseks täisvalatava vuugiga, mida tehakse käsitsi masina külgedel asuva kahe horisontaalse kruvi abil.

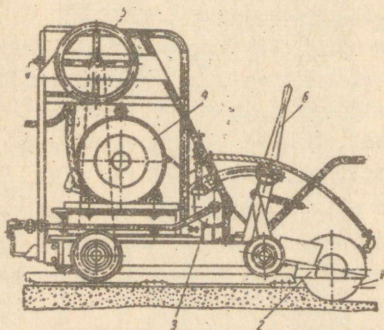
Vuugi täisvalamise seade kujutab endast vankrit, millel asuvad mastiksipaak, käsisegisti, kütusepaak koos põletiga ning valamisseade.

Mastiks valatakse vuuki erilise otsakuga toru kaudu. Mastiksi väljavoolu reguleeritakse otsaku koonilise südameku abil. Masinat teisaldatakse roopal käsitsi.

Nii nagu teisi roobasvormidel teisaldatavaid masinaid on ka vuukide lõikamise masinat võimalik seada töötlemislaiustele 3,5, 5 ja 7 m.

Temperatuurivuukide lõikemasinal D-377 on kaks edasi- ja kaks tagasilikumise kiirust: 1,41 ja 10,66 m/min. Masina mass on 6000 kg.

Joonisel 76 on kujutatud kivinenud betooni temperatuurivuukide lõikemasin. Tööorganiks on kattega 2 lõikeketas 1. Ketas pannakse pöörlema mootori 4 abil kiilrihmajami kaudu. Ketas jahutatakse tsentrifugaalpumba 3 abil ketta katte 2 alla pumbatava vee abil. Lõikeketta töökõrgust reguleeritakse juhtkangi 6 abil. Masin toetub kolmele rattale; teda teisaldatakse käsiratta käsitsi pööramisega. Vuugi laius on 8-10 mm ning lõikekiirus 14 - 16 m/h. Masina tootlikkus on väike ning lõikeketaste kulu suur.



Joon. 76. Kivinenud betooni temperatuurivuukide lõikemasin: 1 - lõikeketas; 2 - ketta kate; 3 - tsentrifugaalpump; 4 - elektrimootor; 5 - käsiratas; 6 - juhtkang.

Viimasel ajal on konstrueeritud mitme kettaga vuukide lõikemasin, mille tootlikkus tõuseb kuni 400 - 450 jm vahetuses, sest ühte ja sama vuuki lõigatakse mitme ühes reas asuva kettaga üheaegselt mitmes kohas. Kõik masina mehhanismid töötavad elektrimootorite jõul, mida toidetakse teisaldatavast elektrijaamast.

Temperatuurivuukide lõikemasinate perspektiivsed tüübid on toodud alljärgnevas tabelis

Nimetus	Tüüp	Töötlemise haar- delaius m	Mootori võimsus kW	Tunni- tootlik- kus, vuu- gi jm	Mass kg
1	2	3	4	5	6
Vuugilõikaja värskes betoonis	roobasvor- midel	3,5	18...22	40	5000
		7,0	18...22	50	6500
Vuugilõikaja kivinenud be- toonis	nelja ket- taga	3,5	46...55	60	2500
		kuue ket- taga	7,0	66...81	80

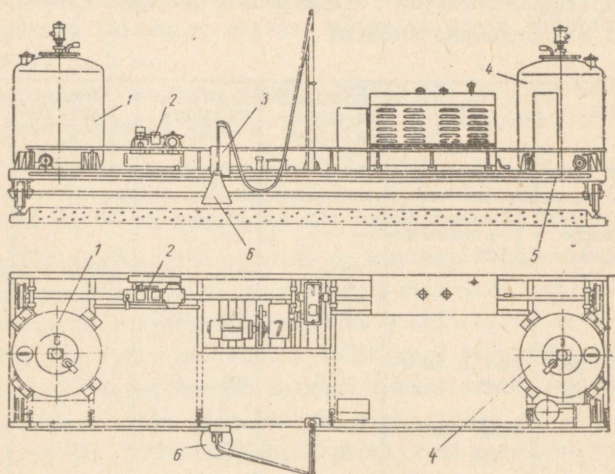
6. Kilet tekitavate emulsioonide pritsimismasinad

Et luua värskest valminud betoontekatte pealispinnal kiiret kuivamist takistav kaitsekile, kasutatakse mitmesuguseid vedelikke, nagu etüleenlakki, bituumenemulsioone jt.

Selliste emulsioonide teekattele pritsimiseks on ehitatud spetsiaalne masin (joon. 77), milles seadmed asuvad roobasvormidel liikuval šassiil.

Emulsiooni pritsitakse teekattele vankril 3 asuva pihusti 6 abil. Vankrit teisaldatakse mööda kante toruroobast põiki betoneeritavat teed.

Emulsioon, mis võetakse šassiil asuvast emulsioonipaagist 1, pihustatakse teekattele kompressoriga 2 tekitatud 4-at surve all. Pihustivankri põiki- ja kogu masina pikiliikumise kooskõlastatuse tõttu pritsitakse emulsioon teekattela ühe käiguga ning täiesti ühtlaselt 0,4 - 0,7 liitrit ruutmeetrile. Pihusti töötab kaitsekesta sees, mis väldib tuule mõju pritsimisele.



Joon. 77. Kilet tekitavate emulsioonide pritsimismasin:
 1 - emulsioonipaak; 2 - kompressor; 3 - pihustivanker; 4 -
 lubjapiimapaak; 5 - iseliikuv šassi; 6 - pihusti.

Pärast emulsiooni pritsimist ning kaitsekile tekkimist värvitakse teepind üle lubjapiimega paagist 4. Nimetatud operatsioon sooritatakse analoogiliselt eelmisega, kuid teistsuguse pihustiga, mis kinnitatakse samasse pesasse esimese pihusti asemele.

Emulsiooni- ja lubjapiima paagil on elektrimootori jõul pöörlevad labed, millega välditakse hõljuvate osakeste settimine. Paakidel on kaitseklapid ning hermeetiliselt suletavad filtriga täiteavad.

Kõik masina mehhanismid töötavad elektrimootorite jõul.

Kilet tekitavate emulsioonide pritsimismasinate perspektiivsed tüübid

Haardelaius m	Mootori võimsus kW	Tootlikkus m ² /h	Mass kg
3,5	12...16	150	6000
7,0	12...16	300	7000

7. Tsementbetoonteekatete ehitamise masinate

ekspluateerimine

Elkõige tuleb silmas pidada seda, et roobasvormide aluse tegemine (eriti selle tihendamine) ning roobasvormide paigaldamine peab toimuma erilise hoolega, kuna teekatte kuhu plaanis ning teekatte pealispinna tasasus sõltuvad täielikult roobasvormide õigest paigaldamisest. Kurvetel peab betoonviimistlusmasina juht teraselt jälgima tasandus- ja tihendusprussi täpset reguleerimist, et üleminek kahekaldeliselt põikprofiililt ühekaldelisele toimuks sujuvalt.

Kurvete laiendus betoneeritakse puitvormides käsitsi ning tihendatakse pindvibraatori abil, kusjuures laienduse ning põniteekatte pealispinnad viiakse kokku rihtlati järgi.

Betooni laotamisel tuleb igal järgneval ehitataval teelõigul silmas pidada seda, et ta eelnevaga tihedalt ühenduks ning et ta paksus tõuseks ettenähtud tihendamisest tekkiva kokkusurumise võrra üle roobasvormide pealispinna: vastasel korral võib teekatte ühenduskohas tekkida nõrk koht ning viimistlusmasina töös ette tulla tõsiseid takistusi.

Kohe pärast töö lõppu tuleb laoti puhastada seinte külge kleepunud betoonisegust.

Viimistlusmasina tihendus- ja tasanduspruss tuleb seada täpselt teekatte põikprofiili järgi ning reguleerimisplöödid kõvasti kinni keerata.

Masinat võib allalastud tööprussidega teisaldada ainult edasikäigul; tagasikäigul tõstetagu tööprussid üles, vastasel korral rikutakse teekatte pealispind.

Elektrijuhtmete kontrollimisel (mida tuleb sagedasti teha) lülitatakse generaatori ajam välja.

Betoonilaoti, viimistlusmasina ning vuukide lõikemssina veorattaid puhastatakse pidevalt kahelt poolt rattapööldade vastu surutud kraapide abil. See soodustab masinate rahulikku ja ühtlast liikumist. Seepärast tuleb hoolega jälgida kraapide seisukorda ning õigeaegselt kõrvaldada seal esineda võivad rikked. Abitöölised peavad enne masina tööle hakkamist puhastama roobasvormide pealispinna sinna kleepunud betoonist.

Vuukide täisvalamise seadme töötamisel tuleb rakendada vastavaid tuleohutuse abinõusid.

Pärast töö lõppu tuleb vuukide täisvalamise seadme paak, pihustid ja klapid lahustiga (petrooleum, kreosotõli) puhtaks pesta.

Peetagu silmas, et tunduvalt mõjutab tootlikkust õigeaegne betoonisegu valmistamine ja kohaletoimetamine. Kallurite töö tuleb korraldada täpselt graafiku järgi, kuna betoonisegu hilinemine betoonilaotisse kutsub esile kogu masinate kompleksi seisaku.

Tsementbetoonteekatete ehitamise masinatega töötamisel peetagu silmas alljärgnevat ohutustehnika nõudeid.

Hoolitseda selle eest, et masinad oleksid korras, nende juhtimine asjatundlikes kätes ning töökoht hästi organiseeritud.

Korrastamata piduritega masinal on töötamine keelatud.

Pimedal ajal on töötamine ilma valgustuseta keelatud. Masina töökohal tuleb ette näha vajalik arv valgustuspunkte.

Ajamid, vöölid ja teised liikuvad osad, mille läheduses võib olla inimesi, kaetakse kaitsekestadega või võredega.

Reduktorite ülevaatus, õli vahetamine, detailide määrimine, reguleerimised ja remondid on töötava mootori puhul keelatud.

Juht ei tohi lahkuda töötava masina juurest. Enne masina käikulaskmist antakse hoiatussignaali.

Iseliikuva või haakemasina seiskamisel tuleb veerattad või roomikud pidurdada.

Juhtimisplatvormil on kõrvaliste isikute viibimine keelatud.

Masinatele, millele asuvad kütusepaagid või küttesüsteemid, peavad olema tulekustutajad.

Kütusepaagi põlemisel ei või tule kustutamiseks kasutada vett, sest see võib põhjustada plahvatust. Kasutatakse vahtkustutit, liiva või pinnast.

Elektrijammi juhtmed olgu paigutatud metall- või kummitorusse. Sellise kaitse puudumine võib põhjustada juhtme isolatsioonirikkeid ning lühiühendust, kutsudes esile seisaku

või avarii ja tekitades inimestele raskeid vigastusi.

Elektrilülitid, kaitsmed, kontrolli- ja juhtimisseadmed tuleb paigutada lukustatavatesse kastidesse. Masina töötamisel peavad kastid olema lukus ning vâti elektriajami eest vastutava isiku käes.

Elektrimootorid, lülitid ja kõik elektriseadmetega seotud metallosad maandatakse või nullistatakse.

Iga masina juurde tuleb nähtavale kohale üles riputada masina ekspuaterimise, määrimise ja ohutustehnika eeskirjad.

Kõiki asjaosalisi tuleb instrueerida vastavatest ohutustehnika eeskirjadest.

1. Абросимов К.Ф., Бромберг А.А., Катаев Ф.П. Машины для строительства дорог. Машгиз, Москва 1962 г.
2. Зацепин А.Н., Зельманович М.С., Лукьянов Н.К. Комплектная механизация строительства цементобетонных покрытий. Дориздат, Москва 1953 г.
3. Парашук В.А., Ювельсон Н.А. Строительные и дорожные машины. Машгиз, Москва 1959 г.
4. Пиковский Я.М., Полосин-Никитин С.М. и др. Дорожные машины и оборудование. Машгиз, Москва 1960 г.
5. Илешков Д.И. Дорожно-строительные машины. Профтехиздат, Москва 1960 г.
6. Троицкий Х.Л. Строительные машины. Госстройиздат, Москва 1958 г.
7. Фидалев А.С., Чубук Ю.Ф. Строительные машины. Госстройиздат, Киев 1959 г.
8. Шагинов Д.Л. Строительные машины. Госстройиздат, Москва 1956 г.

S i s u k o r d

	lk.
I. TSEMENTBETONISEGU VALMISTAMISE MASINAD	4
1. Betoonisegistid.	4
Tsükliline vabasegamisega segisti.	6
Pirnijkujulise kummutatava trumliga segisti	7
Silindrikujulise horisontaalse trumliga segisti	9
Kaksikkoonuseline kallutatava trumliga segisti	10
Tsükliline sundsegamisega segisti.	13
Pideva toimega vabasegamisega segisti.	15
Välismaal kasutatav pideva toimega sundsegisti	16
Vibrosegisti	16
Autosegisti.	18
Teedehituse segistid.	20
Segistite tootlikkus	21
Perspektiivsete segistite põhilised parameetrid.	22
Pöörleva trumliga segisti mootori võimsuse arvutus.	24
2. Dosaatorid	26
Mahuline veedosaator	27
Mahuline täitematerjalide dosaator	29
Kaalulised dosaatorid.	29
Kaalulised automaatdosaatorid.	32
Fotoelektrilise juhtimissüsteemiga automaatdosaatorid.	34
Pideva toimega kaaluline automaatdosaator	36
Tensomeetriliste kaaludega automaatdosaatorid	38
3. Tsementbetoonitehased.	38
Sektsoonidest koosnev betoonitehas.	41
Pideva tööga betoonitehas.	43
Teisaldatav pideva sundsegamisega betooni valmistamise seade.	45
Betoonitehase projekteerimisest.	46

Betoonitehase automatiseerimisest.	48
II. TSEMENDI JA BETOONI TRANSPORDIVAHENDID.	50
1. Tsemendi transpordivahendid	50
Tsemendiveo tsisternaauto	50
Tsemendiveo pooljärelvanker tsisternaauto . . .	51
Kahe paagiga tsemendiauto.	52
Tsemendi pneumotranspordivahendid.	54
Aerorenn	60
2. Betoonisegu transpordivahendid	61
Betoonipumbad.	63
Betoonitorustiku pikkuse ja betoonipumba toot- likkuse arvutamine	67-68
Pneumo-betoonipump	69
III. TSEMENTBEToonISEGU TIHENDAMISE SEADMED	70
1. Vibromehhanismid.	70
Vibromehhanismide liigitus.	72
Ekstsentrilised tsentrifugaalvibraatorid. . .	73
Planetaarsed vibraatorid.	76
Elektromagnetiline vibraator.	79
Suruõhu kolbvibraator	80
Löökvibromehhanism.	80
Pindvibraatorid	81
Pind- ja sisevibraatorite tootlikkus.	83
Perspektiivsed vibraatorid.	85
2. Vaakuumseadmed	86
IV. TSEMENTBETOONTEEKATETE EHTAMISE MASINAD.	88
1. Roobasvormid ja nende paigaldid.	89
2. Profileerimismasinad	91
3. Tsementbetoonisegu laotid.	93
4. Tsementbetooniteekatete viimistlusmasinad . . .	106
Viimistlusmasin D-182 A	108

Viimistlusmasin D-376	110
Pika baasiga viimistlusmasin	113
Roomikviimistlusmasin	114
Põhilised suunad viimistlusmasinate konstruktsioonide arendamisel.	117
Viimistlusmasinate tootlikkuse ja mootori võimsuse arvutamine	118
5. Temperatuurivuukide lõikemasinad	119
6. Kilet tekitavate emulsioonide pritsimis- masinad	123
7. Tsementbetoonteekatete ehitamise masinate ekspluateerimine	125

Hind 28 kop. ✓

A-29942

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00410765 4